



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL

VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA

**O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO
INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS**

BELÉM-PA

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBDSistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

S586p Silva, Vanderlane Suelen da Silva E.

O potencial da Arrabidaea chica (pariri) como indicador naturalácido-base: uma proposta para o ensino de ciências / Vanderlane Suelen da Silva E Silva. — 2023.
120 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira

Coorientador(a): Prof. Dr. Pedro Moreira de Sousa Junior
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Belém, 2023.

1. Arrabidaea chica. 2. pH. 3. Ensino de ciências. I. Título.

CDD 370.71

VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA

**O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO
INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, Embrapa Amazônia Oriental e Museu Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.


Área de concentração: Ensino das Ciências Ambientais

Linha de pesquisa: Recursos Naturais e Tecnologia


Projeto estruturante: Comunidade, Saúde e Ambiente.

Data da Aprovação: Belém – PA: 24 /03/ 2023.


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 Simone de Fatima Pinheiro Pereira
Data: 17/05/2023 15:09:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof.^a Simone de Fátima Pinheiro Pereira - Orientadora
Doutora em Química
Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 PEDRO MOREIRA DE SOUSA JUNIOR
Data: 17/05/2023 08:17:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Pedro Moreira de Souza Junior - Coorientador
Doutor(a) em Química Ambiental
UFRA-Capanema

Documento assinado digitalmente
 CLEBER SILVA E SILVA
Data: 18/05/2023 21:08:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Cleber Silva e Silva - Membro Interno
Doutora em Química
Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente
 Simone de Fatima Pinheiro Pereira
Data: 17/05/2023 15:09:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Luciana Pinheiro Santos - Membro Externo
Doutora em Química
UFRA-Capanema

Dedico

Às pessoas mais importantes da minha vida que são: minha mãe, meu pai, minha irmã, meu sobrinho, minha avó materna e meu esposo.

AGRADECIMENTOS

De início, agradeço ao Deus da minha vida por sempre me abençoar e me fortalecer em cada passo da minha jornada.

A minha família, minha mãe Ana, meu pai Francisco, minha irmã Vanessa, meu sobrinho José e minha avó Maria, por todo amor e torcida que sempre foi demonstrado.

A meu esposo, Hugo, pelo imenso apoio e por toda a sua compreensão em tantos momentos difíceis nesta etapa acadêmica.

À amiga Rosana Pascoal, por ter ajudado na coleta da planta essencial para à execução desta pesquisa.

À amiga Ana Paula, por ter feito a revisão gramatical da cartilha didática.

A prof. Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira, por acreditar na minha ideia, por aceitar ser minha orientadora e por me dar subsídios para desenvolver esse estudo.

Ao prof. Dr. Pedro Moreira de Sousa Junior, por toda a paciência nas orientações e por ter compartilhado dicas tão enriquecedoras para essa pesquisa.

Aos membros da banca Prof. Dr. Cleber Silva e Silva e Dra. Luciana Pinheiro Santos e demais membros pelas correções e sugestões que ajudaram a melhorar essa dissertação.

A direção da Escola Maria da Conceição Malheiro por ter permitido a aplicação dessa pesquisa em seu espaço.

Aos professores de Ciências da Natureza de Irituia-PA por terem analisado o produto educacional produzido nessa pesquisa.

A Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pelo apoio.

Aos amigos da turma 2021 do PROFCIAMB por terem feito parte desse momento ímpar em minha trajetória acadêmica.

Ao Mestre Orivan Maria Marques Teixeira da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e aos Mestres Thiago de Melo e Silva e Hemilton Cardoso da Costa por terem dado apoio nos experimentos realizados no Laboratório de solos da EMBRAPA e Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM-UFPA).

E por fim, a todos que participaram direta ou indiretamente deste estudo, muito obrigada!

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”

Paulo Freire

RESUMO

A experimentação é uma boa estratégia didática que contribui para o ensino e a aprendizagem em ciências da natureza. Entre os diversos assuntos de ciências que podem ser trabalhados por meio da experimentação, vale mencionar a acidez e basicidade de substâncias, pois é um tópico que está presente no cotidiano do aluno. Sob tal panorama, os temas de ácido e bases podem ser estudados por meio de indicadores naturais, esses são extratos naturais que apresentam como base as antocianinas, sendo que elas são pigmentos da classe dos flavonóides que podem ser usadas para determinar o pH de diversas amostras. A *Arrabidaea chica* conhecida popularmente como Pariri é uma das várias plantas que apresentam antocianina. Assim, o presente estudo visou identificar as propriedades indicadoras ácido-base do extrato vegetal da espécie *A. chica*, tendo em vista sua utilização como indicador natural para teste de pH da água de consumo e na água de chuva aplicado no ensino de ciências. Para isso, a pesquisa foi desenvolvida em 3 etapas: preparação do extrato alcoólico de *A. chica*, aplicação do extrato alcoólico da *A. chica* como indicador de pH com alunos do 9º ano do ensino fundamental da Escola Estadual Maria Conceição Malheiro em Irituia- PA e a composição do produto educacional. O produto final da pesquisa constituiu em uma cartilha que abordou sobre o pH da água de consumo e como elaborar um indicador natural de pH a partir do extrato alcoólico da *A. chica*. Conclui-se que o extrato da *A. chica* pode ser utilizado como indicador de pH apresentando uma mudança de coloração ácido-base bastante satisfatória quando aplicada nas amostras testadas. Também ficou evidente que houve um grande envolvimento dos alunos e professores com a experiência proposta e como a aproximação do conhecimento científico com o cotidiano dos alunos pode favorecer o processo ensino-aprendizagem. O produto final da pesquisa ao ser aplicado aos professores teve resposta satisfatória na Escola objeto deste estudo e poderá auxiliar outros professores de outros lugares.

Palavras-chave: *Arrabidaea chica*; pH; ensino de ciências.

ABSTRACT

Experimentation is a good teaching strategy that contributes to teaching and learning in natural sciences. Among the various science subjects that can be worked on through experimentation, it is worth mentioning the acidity and basicity of substances, as it is a topic that is present in the student's daily life. Under such a scenario, the acid and base themes can be studied through natural indicators, these are natural extracts that have anthocyanins as a base, and they are pigments of the flavonoid class that can be used to determine the pH of various samples. In this sense, *Arrabidaea chica* popularly known as Pariri is one of several plants that contain anthocyanin. Thus, the present study aimed to identify the acid-base indicator properties of the plant extract of the *A. chica* species, considering its use as a natural indicator for testing the pH of drinking water and rainwater applied in science teaching. For this, the research was developed in 3 stages: preparation of the alcoholic extract of *A. chica*, application of the alcoholic extract of *A. chica* as a pH indicator with students of the 9th grade of elementary school at the Public school Maria Conceição Malheiro in Irituia-PA and the composition of the educational product. The final product of the research was a booklet that addressed the pH of drinking water and how to create a natural pH indicator from the alcoholic extract of *A. chica*. It is concluded that the *A. chica* extract can be used as a pH indicator, showing a very satisfactory acid-base color change when applied to the tested samples. It was also evident that there was a great involvement of students and teachers with the proposed experience and how the approximation of scientific knowledge with students' daily lives can favor the teaching-learning process. The final product of the research, when applied to the teachers, had a satisfactory response in the School that was the object of this study and could help other teachers from other places.

Keywords: *Arrabidaea chica*; pH; science teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Formas estruturais das antocianinas	36
Figura 2- Aspectos gerais de <i>A. chica</i>	37
Figura 3- Floração da <i>A. chica</i>	38
Figura 4- Estrutura química das principais antocianinas presentes na <i>A. chica</i>	39
Figura 5- Mapa de localização do município de Irituia - PA.....	40
Figura 6- Escola Estadual Professora Maria Conceição Malheiros	41
Figura 7- Faixa de cores do extrato alcoólico da <i>A. chica</i>	45
Figura 8- Extrato alcoólico das folhas da espécie <i>A. chica</i>	48
Figura 9- Variação de cor do indicador natural da <i>A. chica</i> em meio básico	49
Figura 10- Variação de cor do indicador natural da <i>A. chica</i> em meio ácido.....	49
Figura 11- Faixa de variação de cor do indicadpr natural da <i>A. chica</i> em diferentes pH.....	50
Figura 12. Qual a principal característica dos ácidos e bases?	51
Figura 13. Entre os elementos abaixo, qual é considerado ácido?.....	52
Figura 14. Qual a definição de ácido e bases, segundo Arrhenius?	53
Figura 15. O que são indicadores ácidos e bases?	53
Figura 16. Você entende o que é acidez da água de consumo?	54
Figura 17. Você entende o que é chuva ácida?	54
Figura 18. Qual o seu interesse pela disciplina de ciências?.....	55
Figura 19. O que você acha que deveria ser melhorado nas aulas de ciências?	55
Figura 20. Atividade demonstrativa de chuva ácida	56
Figura 21. Participação de alunos na aula prática de determinação de pH de materiais domésticos com o extrato da <i>A. chica</i>	58
Figura 22. Alunos comparando a coloração dos materiais domésticos com a foto da escala de pH do extrato da <i>A. chica</i>	58
Figura 23. Análise do pH de diferentes amostras de água pelos alunos	60
Figura 24. Alunos respondendo ao questionário avaliativo	63
Figura 25. Qual a principal característica dos ácidos e bases?	64
Figura 26. Qual a definição de ácidos e bases, segundo Arrhenius?	66

Figura 27. O que são indicadores ácidos e bases?	66
Figura 28. Você entende o que é acidez da água de consumo?	66
Figura 29- Você conseguiu entender sobre chuva ácida, após a atividade experimental?	67
Figura 30- Qual o seu interesse pela disciplina de ciências?	67
Figura 31- O que você achou de usar o extrato da <i>A. chica</i> como indicador natural ácido-base?.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estabilidade térmica do indicador.....	50
Tabela 2- Resultado de pH nas amostras de água de consumo.....	61
Tabela 3- Resultado de pH nas amostras de água da chuva e do bebedouro escolar.....	61
Tabela 4- Resultado de pH de amostras de água mineral.	61
Tabela 5- Características profissionais dos professores.....	68
Tabela 6- Opinião dos docentes sobre aulas práticas e a aprendizagem dos alunos.....	69
Tabela 7- Percepção dos professores sobre a compreensão dos assuntos por parte dos alunos após a atividade prática	70
Tabela 8- Resultado da avaliação da cartilha educativa.....	71

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ABP - Aprendizagem Baseado em Problemas

A. chica - *Arrabidaea chica*

CAEE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

CO₂ - Dióxido de Carbono

EC - Ensino de Ciências

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

OH⁻ - Hidroxilas

pH - Potencial Hidrogeniônico

pOH - Potencial Hidroxiliônico

PROFCIAMB - Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre Esclarecido

UFPA - Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3 JUSTIFICATIVA	18
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
4.1 O Ensino e Aprendizagem de Ciências	20
4.1.1 A experimentação no ensino de ciências	22
4.1.2 Cartilhas como material didático no ensino de ciências	24
4.1.3 Aprendizagem baseada em problemas (ABP)	26
4.2 Potencial hidrogeniônico	29
4.2.1 O pH e as águas de consumo	30
4.2.2 O uso de produtos naturais como indicadores de pH.....	33
4.2.3 As antocianinas e o pH	35
4.3 A. chica	37
5 METODOLOGIA	40
5.1 Área de estudo	40
5.2 Procedimento metodológico	41
5.2.1 Licença CONEP.....	41
5.2.2 Design experimental	41
5.3 Preparo do indicador natural de ph a partir do extrato da folha de A. chica	42
5.3.1 Obtenção do extrato da folha de A. chica	42
5.3.2 Análise do indicador do extrato de A. chica	43
5.3.2.1 Preparo de soluções de HCl para pH de 1 até 6	43
5.3.2.2 Preparo de soluções de NaCl para pH de 8 até 14	43
5.3.2.3 Aplicação do extrato alcoólico de A. chica	44
5.3.2.4 Teste da estabilidade térmica	44

5.4	Aplicação do extrato alcoólico da <i>a. chica</i> como indicador de pH	45
5.5	O desenvolvimento do produto educacional	46
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1	Resultado do extrato alcoólico da <i>a. chica</i> como indicador natural ácido-base.....	48
6.2	Resultado da aplicação do extrato alcoólico da <i>a. chica</i> como indicador de pH.....	51
6.3	Resultado da aplicação do produto educacional	68
7	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICE A-.....	85
	APÊNDICE B -	86
	APÊNDICE C-	88
	APÊNDICE D-	90
	APÊNDICE E-	92
	APÊNDICE F-	94
	APÊNDICE G-	96
	APÊNDICE H-	120

1 INTRODUÇÃO

As atividades experimentais são consideradas boas metodologias pedagógicas que contribuem para o ensino e a aprendizagem em ciências da natureza (CATELAN; RINALDI, 2018). Esse tipo de práticas educativas proporciona aulas mais dinâmicas e contribuem para atribuir significados aos conteúdos trabalhados teoricamente, o que possibilita a observação concreta da teoria auxiliando assim, a fixação do conhecimento sobre os assuntos ministrados (SANTOS; MENEZES, 2020).

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma excelente prática pedagógica para trabalhar a experimentação no Ensino de Ciências, pois essa metodologia envolve os estudantes de maneira que enfrentem questionamentos, reais ou fictícios, o que contribui para promover elaboração de hipóteses, troca de experiências e aprendizado (ROSA; LEÃO, 2019). Nesse sentido, entre os diversos assuntos de ciências que podem ser trabalhados por meio da experimentação, vale mencionar o tema acidez e basicidade como sugestão dentro da proposta da ABP, uma vez que os estudantes iriam se deparar com problemáticas intimamente relacionadas com seu cotidiano, tais como acidez e basicidade dos alimentos, remédios e material de higiene, o que faria eles refletirem melhor sobre o assunto em questão (SILVA et al., 2020; FERNANDES et al., 2021).

Assim, de acordo com Guerra et al. (2018), os temas de acidez e basicidade podem ser estudados utilizando dos indicadores naturais, os quais, segundo Terci e Rossi (2002) apud Silva e Ribeiro (2018), são substâncias orgânicas encontradas em flores de plantas ou na casca das frutas, que mudam de cor em função do pH da solução. Esses indicadores são extratos naturais que apresentam como base as antocianinas, as quais são corantes naturais que fazem parte do grupo dos indicadores visuais (SALIU; DELLA PERGOLA, 2018).

Os extratos de antocianinas podem ser obtidos de diversas fontes, tais como repolho roxo, beterraba, cebola roxa, acerola, açaí, entre outros (MACEDO, 2019). Nesse prisma, a planta *Arrabidaea chica* (popularmente conhecida como pariri, crajiru, puca-panga, coapiranga, chica, cipó- cruz, entre outras) muito comum na região amazônica para fins medicinais, também apresenta antocianinas em sua composição, segundo Souza et al. (2022).

Dessa forma, a *A. chica* pode ser utilizada como um indicador alternativo, o qual contribuirá para melhorar o ensino e aprendizagem de ciências, pois ela produz um extrato que pode formar uma escala de pH com cores distintas e que de repente seja usada para a determinação de pH e até mesmo de acidez e basicidade de diversas amostras, inclusive de água da chuva e consumo, o que dinamizaria o processo educativo em tópicos de ciências ambientais, uma vez que por essa planta possuir antocianinas em sua composição pode ser utilizada como indicador natural de pH, pois seria capaz de mudar de cor dependendo das características físico-químicas da solução em que estivesse inserida, segundo descreve Fonseca et al. (2019).

Sob esse contexto, o ensino de tópico de ciências que trata das medidas de pH pode ser realizado a partir do uso do extrato da folha da *A. chica*, o que poderá possibilitar aproximação de conhecimento científico com o cotidiano dos alunos, sendo que contribuirá para enfatizar que muitos assuntos estão presentes no dia a dia, além de possibilitar que os estudantes observem a qualidade da água que estão consumindo, bem como aprender sobre os conceitos de chuva ácida por meio da medição do pH com o extrato da planta *A. chica*.

Nesse panorama, surgiu o interesse em verificar o potencial da *A. chica* (pariri) como indicador natural ácido-base, de maneira que possa auxiliar os docentes a propiciarem uma significativa construção de conhecimento em tópicos de ciências, sendo que esse indicador natural será utilizado para analisar o pH de diferentes materiais de uso domésticos, e também da água de consumo e da chuva. Assim, surge as seguintes questões: Como a planta *A. chica* pode auxiliar no entendimento de tópicos de ciências? E de que forma, essa planta pode aproximar o conhecimento científico de problemáticas do cotidiano, tais como o nível de acidez de águas de consumo e da chuva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar as propriedades indicadoras ácido-base do extrato vegetal da espécie *A. chica*, tendo em vista sua utilização como indicador natural para teste de pH de diferentes amostras de água e substâncias para ajudar no processo de ensino e aprendizagem de ciências.

2.2 Objetivo Específicos

- Verificar se o extrato alcoólico das folhas da espécie *A. chica* pode ser utilizado como novo indicador natural ácido-base, de fácil acesso e baixo custo.
- Analisar o pH da água de consumo (torneira e mineral) a partir do extrato alcoólico da planta *A. chica*;
- Analisar o pH da água da chuva por meio do indicador natural de *A. chica*;
- Trabalhar os conceitos de chuva ácida por meio do extrato alcoólico da *A. chica*;
- Avaliar a percepção e o nível de aprendizado dos alunos após aplicação da atividade experimental com o uso do extrato da *A. chica*;
- Organizar uma cartilha didática sobre como elaborar um indicador natural de pH a partir do extrato alcoólico da *A. chica*, bem como outras atividades práticas como uma estratégia de ensino de aprendizagem de tópicos de ciências ambientais

3 JUSTIFICATIVA

Durante muito tempo os conteúdos que foram repassados no ensino de ciências estiveram muitas vezes desconectados e fragmentados, sem uma nítida ligação com o cotidiano o qual os alunos estão inseridos, trazendo problemas no processo ensino-aprendizagem (SANTOS; MENEZES, 2020). Ficou claro para os pesquisadores que se dedicam a estudar as causas da falta de interesse e percepção dos alunos sobre certos temas abordados no ensino de ciências, que é importante que os professores busquem alternativas para aproximar o conteúdo científico com a realidade dos estudantes e isso pode ocorrer por meio da experimentação (CATELAN; RINALDI, 2018). Sob tal ótica, o uso de atividades experimentais pode vir a ser o ponto de partida para a compreensão de conceitos e aproximar o conteúdo com a realidade estudantil (SILVA et al., 2020).

O extrato da planta *A. chica* talvez seja uma boa estratégia para aproximar tópicos científicos com o cotidiano dos estudantes por meio de atividades práticas, uma vez que ela pode ser utilizada como um indicador natural, já que apresenta antocianina em sua composição, conforme descreve Souza et al. (2022). Essa planta possivelmente poderá auxiliar no estudo didático em tópicos de ciências, tais como a determinação do pH, acidez e basicidade de amostras de água, pois ela poderá substituir os indicadores artificiais, os quais, muitas vezes, os alunos e os educadores não têm acesso.

A experimentação com indicadores naturais no contexto escolar permite ao professor trabalhar o tema acidez e basicidade de maneira interativa com os alunos, não se limitando ao uso de materiais ou substâncias laboratoriais (FERNANDES et al., 2021). Além disso, os indicadores naturais são interessantes, pois são materiais de baixo custo, uma vez que muitas escolas não apresentam estruturas e condições para realizar atividades experimentais, logo eles podem servir como importante metodologia investigativa no ensino (GUERRA et al., 2018).

Esse estudo pode atuar como uma alternativa para a saída do conteúdo teórico e abstrato e entrada no concreto da realidade do aluno, sendo que através desta proposta será possível medir o pH de diferentes materiais de uso domésticos, da água de consumo, água de chuva e outras amostras, o que vai ser muito relevante para a concretização de atividade práticas em sala de aula, pois um dos principais argumentos dos professores para não realizar esse tipo de trabalho é o fato que muitos materiais apresentam um elevado valor.

Essa pesquisa está centrada na busca de levar um conhecimento mais significativo para os alunos, sendo que eles irão desenvolver pensamentos críticos e analíticos por meio de atividades experimentais com uso do extrato de uma planta (*A. chica*) que é muito comum em seu contexto familiar. Assim, com esse estudo haverá uma valorização da flora local como fonte de pesquisa, uma vez que a planta *A. chica* é muito comum na região Amazônica, o que facilita com que mais professores possam fazer dela uma ferramenta de ensino.

A motivação para realizar esse estudo se fez em virtude de observar que entre as diversas plantas presente nos biomas brasileiros, a planta *A. chica* é muito comum no bioma amazônico, em especial no estado do Pará, sendo que ela está presente em muitas casas e muitas pessoas a utilizam como fins terapêuticos. Assim, surgiu o interesse em analisar se ela também pode ser utilizada como ferramenta de ensino e de aprendizagem, uma vez que ela faz parte do cotidiano de muitos estudantes, mas mesmo essa planta sendo muito comum, não foi encontrada nas produções literária estudos que a utilizem como fins didáticos, constituindo, dessa forma um diferencial desse estudo.

A partir dessa pesquisa, foi possível perceber como a ideia de educação ambiental vem sendo vinculada nas escolas, pois ela apresenta papel crucial na oportunidade do desenvolvimento de uma consciência crítica da realidade na qual os indivíduos estão inseridos. O estudo abordará a realização das práticas educativas que vão além da mera transmissão de conteúdos, em que não consegue mais se relacionar com a necessidade de problematização e a compreensão crítica da realidade que os sujeitos estão imersos.

O estudo abordou temas determinados a fazer o aluno refletir sobre sua realidade. Sob tal ótica, o presente estudo teve como eixo norteador os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030: Educação de qualidade (ODS 4); Água potável e saneamento (ODS 6).

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 O ensino e aprendizagem de ciências

É notório que o Ensino de Ciências (EC), mesmo diante das atuais transformações tecnológicas e sociais das últimas décadas, ainda se configura em um cenário educacional com inúmeras lacunas no processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que o conhecimento científico, muitas vezes, é repassado de maneira em que há apenas uma mera reprodução de conteúdo em sala de aula (BEVILACQUA; SILVA, 2007 apud SANTOS; MENEZES, 2020). As metodologias teóricas de transmissão de conteúdo, segundo a qual os alunos recebem passivamente os conceitos, são um dos fatores que contribuem nos problemas de ensino-aprendizagem em ciências (SANTOS; MENEZES, 2020).

Assim, de acordo com Paulo Freire (1996),

[...] “Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, as suas inibições, um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho - a ele ensinar e não a de transferir conhecimento” (FREIRE, 1996, p. 27).

Esse tipo de metodologia tradicional, em que é baseada somente no repasse de conceitos, não permite aos sujeitos pesquisar, refletir, testar alternativas, sendo que faz o EC não apresentar significação para os estudantes, pois eles ficam desinteressados e irão ter resistência ao estudo das ciências, uma vez que consideram sua aprendizagem algo complexo e exigente, já que não conseguem relacionar a teoria desenvolvida em sala de aula com a realidade a sua volta (MELO; OLIVEIRA; SOUZA, 2019; SANTOS; MENEZES, 2020; MEDEIROS; GOI, 2020). Logo, são necessárias modificações nos métodos de ensino para melhorar a aprendizagem em Ciências da Natureza e cabe ao professor direcionar a aprendizagem, permitindo que o aluno seja o sujeito do seu processo de aprender (MEDEIROS; GOI, 2020).

Para que o EC se torne relevante para o aluno, existe a necessidade de contextualizar os conteúdos científicos, sendo que eles deverão ser abordados de modo mais próximo à realidade vivenciada pelo estudante (MEDEIROS; GOI, 2020; RAMOS et al., 2020). Assim, segundo Morin (2014), a questão fundamental da educação do futuro é organizar o conhecimento, os saberes divididos e ainda aliados às realidades ou

problemas cada vez mais multidisciplinares, transnacionais, globais e planetários, ou seja, contextualizar o todo para dar sentido as partes, as informações e ao conhecimento.

A educação em ciências precisa oferecer condições de interação e participação com mundo, uma vez que não se trata, apenas de conhecer fenômenos naturais e conceitos técnico-científicos neles envolvidos, mas o EC deve articular esses saberes com processos vitais e políticos dos estudantes que mais tarde serão adultos atuantes na sociedade civil (RIGUE; AMESTOY; CORRÊA, 2019). Assim, é extremamente relevante buscar desenvolver no alunado a capacidade de aprender e interagir com as situações do cotidiano (MEDEIROS; GOI, 2020).

O EC precisa possibilitar o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, de maneira que forme cidadãos que sejam ativos, que reflitem, que sejam críticos e decidam acerca de temas relacionados aos impactos sociais dos avanços da ciência e da tecnologia (PEREIRA; LIMA, 2018). Diante disso, para que o EC seja significativo é impossível desvincular ele da realidade social, uma vez que partindo da realidade do educando é possível possibilitar a ele uma significação do conhecimento científico (BUENO et al., 2018).

Dessa forma, o professor apresenta um papel chave no ensino e aprendizagem de ciências, sendo ele o responsável por despertar ou não o interesse por essa disciplina. Sob tal argumento, para que o EC alcance bons resultados, talvez seja necessário que os docentes repensem suas estratégias de ensino, em que busque levar para a sala de aula recursos que estimulem a participação, despertem a curiosidade dos estudantes e conduza o processo de ensino e aprendizagem de Ciências de forma produtiva e pouco enfadonha, de modo a desenvolver o conhecimento científico nos aprendizes (CARVALHO et al., 2018; GOMES, 2019; PEREIRA; LIMA, 2018). Nota-se a relevância de que o EC ocorra por meio do desenvolvimento de práticas epistêmicas para a abordagem de conceitos, leis e teorias científicas (GONÇALVES et al., 2021).

Vale mencionar que o Ministério da Educação (MEC) substituiu os antigos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como consolidação de proposta curricular para o Ensino Fundamental. Assim, esse documento apresenta como objetivos gerais de aprendizagem no EC,

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017, p.9)”.

Compete ao professor como facilitador adotar novas metodologias que venham a ser usadas com o objetivo de que os estudantes criem uma visão mais apropriada da ciência (BRITO; BRITO; SALES, 2018). Ou seja, o docente tem função importantíssima para que os estudantes participem do processo de construção do conhecimento e não sejam apenas receptores de conceitos não contextualizados (BUENO et al., 2018). Dessa forma, os professores necessitam ter conhecimento teórico e científico suficientes para conduzir este artifício.

Portanto, é um desafio ensinar Ciências, por isso cada vez mais é necessário desenvolver propostas que façam uma inter-relação entre as experiências vivenciadas pelos estudantes e os conceitos que devem ser trabalhados. Assim, é de suma importância que o EC seja capaz de dar aos discentes não somente conceitos científicos, mas que permita que tenham competência para “fazer ciência”, em que sejam afrontados com problemas reais, que desperte seu interesse, curiosidade e que a investigação seja condição para a resolução dos mesmos. Além do mais, é relevante oportunizar que os alunos tenham entendimento da Ciência e se apropriem de conhecimentos científicos (FRAGUAS; GONZALEZ; MARQUES, 2021; MEDEIROS; GOI, 2020).

4.1.1 A experimentação no ensino de ciências

A experimentação é importante para a educação, uma vez que ela ajuda a compreender diferentes processos e problemática, o que é relevante para assimilação de diversos assuntos. A prática da experimentação tem um papel fundamental na formação dos estudantes, já que ela relaciona teoria com a realidade dos discentes, o que possibilita que eles sejam mais participativos. Sob tal ótica, observa-se que cada vez mais é necessário à implementação de experimentações no ensino (QUEIROZ; MARTINS; FERNANDES, 2019).

Falar de experimentação é fazer menção às Ciências Naturais, uma vez que essas disciplinas por si só apresentam caráter experimentais, logo sua abordagem para a construção de conceitos deve envolver metodologias teórico-experimentais, sendo que

devem promover a reflexão no estudante sobre seu próprio conhecimento (CATELAN; RINALDI, 2018). A experimentação no Ensino de Ciências (EC) permite que os alunos ampliem seus conhecimentos sobre os fenômenos naturais, o que possibilita uma melhor compreensão do mundo em sua volta, bem como melhor entendimento com relação teorias (MELO; SILVA, 2019; OLIVEIRA JÚNIOR; SILVA, 2022).

A prática de experimentação no EC é de suma relevância, uma vez que proporciona aulas mais dinâmicas e contribuem para atribuir significados aos conteúdos trabalhados teoricamente, o que possibilita a observação concreta da teoria auxiliando assim, a fixação do conhecimento sobre os assuntos ministrados (SANTOS; MENEZES, 2020).

Mesmo a experimentação sendo uma metodologia importante que pode ajudar no entendimento das ciências da natureza, a mesma não acontece em todos os centros de ensino, uma vez que ela esbarra em alguns entraves, tais como: a falta de laboratório, ausência de equipamentos e materiais adequados, lacunas na formação docente, desinteresse dos alunos em participar das ações propostas (SANTOS; MENEZES, 2020). Entretanto, as atividades experimentais não devem estar presas a ideia de realizar grandes demonstrações, com equipamentos sofisticados e laboratórios mega modernos, pois é possível realizar experimentos simples em casa, no pátio da escola, ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, o que levará os alunos a fazerem relevantes descobertas (CATELAN; RINALDI, 2018).

Vale mencionar que existem diversas maneiras que podem minimizar o problema da infraestrutura e a não realização de atividades experimentais na maioria das escolas, pois existem experimentos que podem ser realizados com materiais simples do cotidiano e esses materiais podem ser reunidos pelos próprios alunos (SANTOS; MENEZES, 2020). Logo, é esse tipo de experimentação que deve ser realizada, já que vai associar a ciência com a realidade e conhecimentos prévios dos alunos, sendo que a utilização de práticas experimentais precisa ser desenvolvida a partir dos problemas comuns do dia a dia dos estudantes (OLIVEIRA JÚNIOR; SILVA, 2022).

Além disso, vale ressaltar que a experimentação no ensino de ciências não deve acontecer unicamente como atividades que visam relacionar teoria e prática, pois dessa forma não provocam nos estudantes uma aprendizagem significativa (GOMES, 2019). Atividades experimentais não devem ser empregadas somente como uma estratégia

complementar à teoria, mas como um meio motivador e legitimador na construção e aprendizagem de conceitos (CATELAN; RINALDI, 2018). Uma aula experimental que tem somente o objetivo de comprovação de uma teoria já conhecida, acaba por atingir unicamente uma proposta de ensino, em vez de abranger uma abordagem pedagógica, o que faz contrariar a experimentação como possibilidade didática para o ensino de ciências (CARVALHO et al., 2011 apud COELHO; MALHEIRO, 2019).

Mesmo com todas as dificuldades que a prática de atividades experimentais no ensino de ciências apresenta para serem realizadas, se faz necessária uma reflexão sobre a importância de trabalhar com essas metodologias, pois ao apresentar somente aulas teóricas o alunado pode ficar desinteressado e talvez não consiga estabelecer conexão entre conceitos científicos e a sua realidade de vida (CATELAN; RINALDI, 2018). Logo, a experimentação deve ser vista como uma atividade problematizadora que leve o estudante a refletir sobre os problemas do seu cotidiano, bem como promova a interação com os demais colegas de escola e a comunidade, o que faz com que o aprendizado seja mais significativo e prazeroso (CARVALHO et al., 2018).

4.1.2 Cartilhas como material didático no ensino de ciências

A escassez de material e falta de laboratório para a efetivação de aulas práticas de ciências é uma realidade em muitas escolas. O papel do docente enquanto educador refere-se a buscar metodologias eficazes no momento da apresentação do conteúdo, mesmo com essas dificuldades. Sob tal ótica, materiais didático-pedagógicos são utilizados como forma de auxiliar a ação educativa. Entretanto, observa-se que existe uma carência de material didático que sirva de apoio educacional (SILVA; TEIXEIRA; PEREIRA, 2020; BARBOSA et al., 2021).

Nota-se que o recurso didático mais utilizado nas escolas, muitas vezes, ainda é o quadro negro, sendo que somente ele, possivelmente, não favorece o ensino e, nem o interesse dos alunos pela ciência (BIZZO, 2009 apud SILVA; TEIXEIRA; PEREIRA, 2020). Compete ao docente reformular seus métodos e materiais didáticos, sair um pouco do livro didático e das aulas teóricas e partir para uma aula mais contextualizada para, assim, renovar suas próprias finalidades educacionais de maneira que possa responder aos anseios das novas gerações de alunos (LIMA et al., 2019; DIAN et al., 2021).

Dessa forma, é entendida a necessidade de fazer a utilização de diferentes materiais e estratégias para proporcionar um melhor desempenho durante o processo de ensino e de aprendizagem, de maneira que faça uma conexão com os conteúdos abordados em sala de aula, bem como às vivências dos alunos em seu dia a dia (DIAN et al., 2021). Assim, um dos instrumentos que podem funcionar como material didático pedagógico para o ensino de ciências e das outras áreas de conhecimento é uma cartilha educativa.

As cartilhas educativas atuam como complementares aos materiais didáticos tradicionais, sendo que elas surgem na tentativa de auxiliar o professor na preparação de aulas mais atrativas e de repassar conteúdos considerados importantes para que sejam fixados pelos alunos, uma vez que com esse recurso paradidático é possível que temas cientificamente conceituados sejam trabalhados como tópicos de fácil compreensão pelos estudantes (AZEVEDO; ALMEIDA, 2018; BARBOSA et al., 2021).

As cartilhas ajudam no desenvolvimento do senso crítico dos alunos e abre espaços para observação e debate sobre o meio que os cerca, o que contribui com uma aprendizagem mais significativa (FORMIGOSA et al., 2018).

Ademais, as cartilhas, principalmente, como meio didático para o ensino de ciências e para outras áreas do conhecimento, possibilitam ampliar a leitura dos discentes. O uso de cartilhas informativas possibilita transformar a leitura em uma prática comum em todas as disciplinas, sendo que irão atuar na construção de conhecimento e potencializar o processo de ensino e aprendizagem (SOUZA et al., 2020).

As propostas didáticas, a exemplo de cartilhas educativas, que enfatizam a importância do trabalho com textos de divulgação científica e que despertem o prazer, a curiosidade na leitura, são apontadas como contribuições relevantes no EC, uma vez que ajudam na construção do entendimento de conceitos e vocabulário científico, o que é válido para a concretização de uma Alfabetização Científica (SOUZA, C.; SOUZA, L., 2021).

Contudo, as cartilhas para atender ao que é proposto, isto é, atuar como materiais didáticos que possa ajudar no entendimento de ciências ou outras disciplinas, precisam apresentar uma linguagem simples e de fácil entendimento e compreensão, uma vez que foi elaborada para atender um público específico (SOUZA; SANTOS; GUIMARÃES,

2019). Nesse prisma, a propagação do conhecimento por meio de cartilhas deve zelar por uma linguagem que seja acessível ao público alvo, para isso precisa ter autonomia linguística, além de mecanismos para representação de elementos narrativos, em que haja prioridade na dinamização do conteúdo para que desta forma se evite a perda de interesse do leitor (DUARTE et al., 2020).

Portanto, para que o ensino de ciências aconteça de forma expressiva se faz necessário o uso de novas metodologias para auxiliar o educador no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e isso inclui a utilização dos diferentes recursos didáticos, tais como cartilhas educativas (SOUZA; SANTOS; GUIMARÃES, 2019). Nesse olhar, a elaboração de novos materiais que sejam de fácil acesso e que tornem o ensino menos retórico, é uma das importantes estratégias no ensino de ciências, uma vez que nem sempre é possível a realização de aulas práticas em laboratórios (FREITAS, 2018).

4.1.3 Aprendizagem baseada em problemas (ABP)

O Ensino de Ciências (EC) tem como desafio promover estratégias que acompanhem o desenvolvimento sócio-científico-tecnológico da atualidade. Metodologias tradicionais não são suficientes para responder às necessidades emergentes do EC na sociedade atual, pois, muitas vezes, só promove a passividade dos discentes e a memorização de conteúdos (MACÊDO; ALMEIDA, 2018).

No EC, bem como nas demais áreas do conhecimento, é necessário romper essa barreira entre o ensino tradicional versus o contemporâneo e isso pode acontecer por meio das metodologias ativas, as quais são um processo em que os estudantes realizam atividades por meio da resolução de problemas, análise de textos, atividades práticas entre outras, para ativar a sua aprendizagem significativa, sendo que eles irão ser colocados no centro do processo e não somente na posição de meros expectadores (ARAYA; OLIVEIRA, 2021; LIMA et al., 2021). As metodologias ativas mais conhecidas são: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Colaborativa e Cooperativa, Instrução por pares e Aprendizagem por Projetos (ARAYA; OLIVEIRA, 2021).

Para o EC qualquer uma das metodologias acima citadas são relevantes, mas vale aqui explicar melhor sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A ABP é

originada da expressão em inglês Problem Based Learning (PBL) e surgiu a partir da iniciativa de um grupo de professores da Universidade de Medicina McMaster no Canadá, no final dos anos de 1960, sendo que esse modelo busca desenvolver uma habilidade que, na atualidade, não é trabalhada em sala de aula: a de aprender a aprender, na qual a essência da abordagem sai do conceito de fórmulas prontas e da realização de tarefas lineares (MACÊDO; ALMEIDA, 2018; RAIMONDI; RAZZOTO, 2020). Vale destacar que a ABP apesar de ter se originado no ensino superior, ela é possível de ser implementada em todo o sistema educacional desde universidades quanto em escolas de ensino fundamental e médio (LIMA et al., 2021).

Assim, a ABP tem como principal característica apresentar, como ponto de partida, o uso de problemas para a aquisição do conhecimento, sendo que os estudantes terão que resolver essas problemáticas no decorrer das aulas e isso fará com que aprendam, além de retirá-los da passividade da carteira escolar para as atividades práticas de problemas a serem desenvolvidos que algumas vezes são formuladas por eles mesmos outras pelo professor (MACÊDO; ALMEIDA, 2018, SILVA et al., 2020).

Outro fator interessante em relação à ABP é que ela possibilita a interdisciplinaridade, pois sua abordagem pode contemplar conhecimentos de diferentes áreas do saber, sendo que essa metodologia tem como finalidade a promoção da criticidade, da reflexão, bem como da empatia, já que os estudantes, durante o processo de aprender a aprender, aprende a ouvir e a colocar em pauta pensamentos opostos ao seu (SILVA; MACEDO, 2021). Esse método envolve os estudantes de maneira que enfrentam questionamentos, reais ou fictícios, o que contribui para promover elaboração de hipóteses, troca de experiências e aprendizado (ROSA; LEÃO, 2019).

Na ABP, o professor irá desempenhar um o papel de guia e de orientador das atividades, isto é, ele propõe e debate questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, possibilita a argumentação, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento aos estudantes (GABIN; DAINESE, 2013 apud RODRIGUES; PEDROSO, 2020). Dessa forma, o docente deixa seu status de detentor de todo o conhecimento, para ser um sabedor de práticas e métodos ativos, o qual passa a atuar como um professor que reflete sobre os processos de ensino. Na ABP os protagonistas da aprendizagem são os próprios alunos, que assumem a responsabilidade de serem uma parte ativa no processo, sendo que cabe ao professor propor um problema

reflexivo para que os estudantes cheguem a uma possível solução (ARAYA; OLIVEIRA, 2021).

E no EC a ABP mostra-se como uma alternativa metodológica de grande relevância na educação básica, uma vez que proporciona um melhor desempenho dos estudantes, favorece a superação do ensino tradicional, contempla no aprendizado estruturas mentais como a memória, a inteligência, a reflexão e o desenvolvimento de habilidades práticas e cognitivas (OLIVEIRA; OLIVEIRA; CANDITO, 2021; FURTADO; BRITO; ALMEIDA, 2021; SILVA; MACEDO, 2021). Além disso, essa metodologia possibilita aos estudantes o desenvolvimento da autonomia e o aumento da capacidade em resolver problemas, utilizando-se de conceito do componente curricular de Ciências da Natureza. Logo, ela é capaz de desenvolver habilidades na busca por respostas do mundo contemporâneo e também de refletir sobre questões éticas presentes nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (RODRIGUES; PEDROSO, 2020).

A ABP aplicada no EC surge como uma estratégia para a formação do cidadão responsável em âmbitos social e ambiental, uma vez que este método auxilia no entendimento de situações e desafios, em que os alunos podem vivenciar no cotidiano da sua vida pessoal ou profissional (SILVA; MACEDO, 2021). Dessa maneira, o alunado é estimulado a realizar trabalhos investigativos para que possa compreender a dinâmica da investigação científica, o que ajudará com ele perceba que na ciência se resolvem problemas e que os conhecimentos prévios são necessários para a formulação de hipóteses (FARTURA, 2007 apud FURTADO; BRITO; ALMEIDA, 2021).

Uma das maneiras de aprender ciências fazendo uso da metodologia da ABP é o professor mostrar que os conteúdos científicos são considerados indispensáveis para a resolução do problema. Nesse olhar, o docente dessa disciplina tem um papel fundamental, que é motivar e orientar os seus alunos a resolver as situações (MACÊDO; ALMEIDA, 2018). Logo, a ABP auxilia no desenvolvimento da alfabetização científica e garante à população a apropriação de conhecimentos científicos que irão lhe ajudar em questões socioambientais que estão presentes no dia a dia (SILVA; MACEDO, 2021).

Portanto, a ABP é uma metodologia bastante eficaz no processo de ensino aprendizagem em todos os níveis de escolaridade, sendo que ela potencializa o desenvolvimento de uma atitude proativa na educação científica, maximizando a interação e o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Assim, fica

evidente a importância de utilização de métodos ativos em sala de aula e que a ABP pode favorecer o ensino de Ciências e tornar significativo o estudo de conceitos científicos, pois contribui para a melhoria da qualidade de ensino, uma vez que promove uma aprendizagem mais contextualizada e estimula a criatividade dos alunos, em que irá desenvolver uma capacidade investigativa para a resolução de problemas (OLIVEIRA et al., 2020; MACÊDO; ALMEIDA, 2018; RAIMONDI; RAZZOTO, 2020; ROSA; LEÃO, 2019).

4.2 Potencial hidrogeniônico

O Potencial Hidrogeniônico ou pH é um índice que indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, sendo uma importante ferramenta na análise de água, por exemplo. Esse parâmetro é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7$), neutralidade ($\text{pH} = 7$) e alcalinidade ($\text{pH} > 7$) (VASQUES; SILVEIRA; REIS, 2018; HOLANDA et al., 2021).

O pH é um parâmetro de qualidade da água com uma escala logarítmica formulada a partir de cálculos matemáticos que é usada para quantificar a concentração do íon H^+ na solução. Essa escala surgiu pela dificuldade de quantificação dos íons hidrônios (H_3O^+), já que estes variam muito sua ordem de grandeza (ATIKINS; JONES, 2012 apud MAZZEU; OLIVEIRA; ANDRADE, 2021). A escala de pH foi proposta por Soren Peder Lauritz Sorensen em 1909, para expressar concentrações muito pequenas de íons hidrogênio em soluções aquosas, a qual é expressada como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (CORREIA et al., 2019).

E quando se fala sobre ácidos ou bases vale citar uma das definições mais conhecida a esse respeito que é a de Svante August Arrhenius, físico, matemático e químico, o qual criou a teoria da dissociação eletrônica, em que quando dissolvido em água o ácido libera íons positivos de hidrogênio (H^+), já a base em água libera íons negativos, hidroxilas (OH^-) (SILVA et al., 2020).

O pH pode sofrer variações devido a fatores naturais, a exemplo da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, fotossíntese, dissolução de CO_2 ou de gás sulfídrico, mas também pode ser variado devido a fatores antropogênicos, tais como, despejos domésticos e industriais bem como passagem de água por vazadouros de mineração (DI BERNARDO, 1993 apud HIPOLITO et al., 2021). A determinação do

pH serve para análise química de soluções. Sob tal ótica, a medição desse parâmetro é necessária, uma vez que auxilia no controle do pH padrão em muitas aplicações industriais, em tratamento de água e no controle de qualidade de diversos líquidos. Assim, o pH é uma das variáveis ambientais mais importantes que deve ser analisada (GESSER; ALVES, 2018; RODRIGUES; BUENO, 2019).

Além do mais, valores de pH elevados podem trazer alteração no sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição dela (VON SPERLING, 2005 apud OLIVEIRA et al. 2021). Nesse prisma, a medição do pH é relevante para diversas áreas, tais como química, biologia e agricultura (CORREIA et al., 2019). Logo, é importante proporcionar o conhecimento de pH a estudantes, uma vez que ácidos e bases fazem parte de situações cotidianas deles como por exemplo, a ingestão de um antiácido, o consumo de refrigerantes ou a influência na qualidade da água (HOLANDA et al., 2021).

4.2.1 O pH e as águas de consumo

A água é um dos fatores abióticos mais importantes para a existência da vida, uma vez que ela atua como dispersor de materiais de origem orgânica e inorgânica, sendo indispensável ao desenvolvimento de reações bioquímicas, já que promove o fluxo de substâncias entre os meios intracelular e extracelular (ALMEIDA et al., 2017). É extremamente relevante que ela esteja em condições adequadas para ser consumida por todos os seres vivos, em especial a espécie humana. Sob tal ótica, de acordo com Fernandes (2014), a água quando utilizada para o consumo humano não deve causar malefícios à saúde daqueles que a consomem. Ela deve ser agradável ao paladar e não provocar destruição das diferentes partes dos sistemas de abastecimento público.

A portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece os padrões de potabilidade que a água precisa apresentar para estar apta ao consumo humano no Brasil. Assim, de acordo com essa portaria, a água é considerada adequada para ser consumida, quando apresenta limites aceitáveis de diversos parâmetros tais como: a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL, apresentar valor de pH entre 6 e 9,5, cloro residual livre na faixa de 0,2 a 2 mg/L e outros parâmetros que são indicadores da qualidade da água consumida no país (BRASIL, 2021).

O estudo da água com base no pH é de suma relevância, uma vez que ele mostra o grau de acidez que se faz presente nos corpos hídricos. Sob tal prisma, O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio, indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (BLANK; VIEIRA, 2014). Assim, o pH apresenta uma escala que varia de 0 a 14, a qual cada valor representa o nível de acidez, alcalinidade ou neutralidade que uma solução possui. O pH 7 representa que uma solução tem caráter neutro, enquanto valores abaixo de 7 são considerados ácidos. Os valores entre 5 e 7, são considerados ácidos fracos. No entanto, quando o pH tiver variação de 2 a 5, irá indicar que a solução é moderadamente ácida e as altamente ácidas são representadas pela faixa de pH de 0 e 2. Entretanto, os valores de pH entre 8 e 14 evidenciam o grau de alcalinidade das soluções (ALMEIDA et al., 2017). Então, valores de pH abaixo de 7 próximos de zero indicam aumento da acidez, enquanto valores acima de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade.

Quando se fala em água destinada para consumo humano o fator pH deve ser considerado como um indicador de potabilidade, já que ele tem relação com a saúde pública, uma vez que valores muito elevados ou muito baixos de pH podem ocasionar irritações na pele e olhos (VON SPERLING, 2005 apud BIRKHEUER et al., 2017). Além disso, águas com acidez elevada são desagradáveis ao paladar e são capazes de promover doenças crônicas como diabetes mellitus, cânceres e induzir a acidose metabólica que é causada pela carência na concentração de carbonatos na água. Assim, as águas propostas para consumo humano que apresentam valores baixos de pH, podem causar contaminação microbiana e comprometer a saúde de quem a consome (MENDES et al., 2016).

Vale mencionar que uma água com acidez alta pode ter um sabor mais amargo, pode colaborar para o aumento do potencial corrosivo do meio, bem como provocar alterações no equilíbrio do pH sanguíneo (GERALDO, 2015). Além do mais, águas com pH baixo podem indicar a presença de contaminantes (ALMEIDA et al., 2017).

Outro fator importante quando o pH é baixo (ácido) é indicar corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento, isto é, um pH ácido tende a comprometer a conservação de tubulações e equipamentos pelo favorecimento da corrosão, assim como causar a precipitação de agentes bacterianos (MENDES et al., 2016; BLANK; VIEIRA, 2014; ALMEIDA et al., 2017). Portanto, uma água ácida, que tem um pH baixo, afeta a

conservação dos sistemas de saneamento básico e o funcionamento biológico das estações de tratamento de águas residuais (FERNANDES, 2014).

Por outro lado, o pH elevado representa o grau de alcalinidade, sendo que ele é expressado quando a água apresenta o potencial hidrogeniônico acima de 7. Contudo, valores altos de pH não demonstram significativos prejuízo à saúde humana ou mudança no caráter da água (GERALDO, 2015).

A alcalinidade pode somente aferir alterações no paladar e causar a rejeição da água (MENDES et al., 2016). Quando as águas apresentarem pH elevado, há possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento (BLANK; VIEIRA, 2014). Além disso, o pH elevado pode fazer com que haja um aumento na formação de incrustações e diminuição da eficiência da desinfecção por cloração (GERALDO, 2015). Dessa forma, valores alterados podem provocar nas tubulações e peças de abastecimento, corrosão (VON SPERLING, 2005 apud BIRKHEUER et al., 2017). Entretanto, a pouca acidez revela alta dureza, o que pode tornar a água imprópria ao consumo humano (ALMEIDA et al., 2017).

Assim, o pH é um parâmetro de suma importância em muitos estudos no campo ambiental, uma vez que proporciona informações sobre a qualidade da água (MENDES; OLIVEIRA, 2004 apud FERNANDES, 2014). Nesse prisma, o pH pode influenciar no processo de coagulação e precipitação química durante o tratamento da água, no crescimento microbiano dos sistemas biológicos de tratamento bem como nos níveis de alcalinidade e acidez da água (LIMA; GARCIA, 2008 apud BIRKHEUER et al., 2017). O pH é importante em diversas etapas do tratamento da água, tais como: coagulação, desinfecção, controle da corrosividade e remoção da dureza (BLANK; VIEIRA, 2014).

Dessa maneira, o pH é um importante indicador que precisa ser considerado, principalmente quando se fala de qualidade da água, uma vez que ele atua como um parâmetro que indica a acidez ou alcalinidade das soluções (MATIAS et al., 2019). O pH é um importante aliado na avaliação da qualidade da água influenciada por processos biológicos e químicos (ARAÚJO, 2016).

Portanto, é relevante ter em mente que o pH é um padrão de potabilidade, sendo que as águas para abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria N° 888 do Ministério da Saúde de 2021. Dessa maneira, a determinação dessa variável é importante para águas destinadas ao consumo humano

por ser considerado um fator preponderante de reações de solubilização de várias substâncias. Assim, o ideal para a saúde é que a água seja neutra (pH 7) ou levemente alcalina (pH acima de 7).

Logo, levando em consideração que a água é essencial para a vida humana e não deve oferecer risco à saúde, é de caráter básico que os diversos parâmetros, entre eles o pH, os quais medem a qualidade da água sejam respeitados para, assim, não comprometer o bem-estar de nenhum indivíduo.

4.2.2 O uso de produtos naturais como indicadores de pH

O pH pode ser determinado por meios dos chamados indicadores de pH, os quais são substâncias químicas que podem alterar a cor na presença de íons H^+ e OH^- livres em uma solução, e exatamente por esta característica que são usados para indicar o pH. Esses indicadores podem ser sintéticos ou naturais, sendo que irão indicar se uma solução é ácida ou básica. Essas substâncias indicativas podem apresentar mudanças bruscas de coloração em função da variação do pH do meio. Sob tal ótica, existem indicadores sintéticos e os indicadores ácido-base naturais (SILVA; RIBEIRO, 2018; SILVA et al. 2020).

A utilização de indicadores, segundo dados históricos, é desde a Grécia antiga, sendo que fazia uso da noz galha para análise de acidez das águas, que posteriormente, na Idade Média era usada na análise de fontes termais (BELLETTATO, 2012 apud GUERRA et al., 2018). Contudo, o estudo sobre indicadores foi tendo aprofundamento a partir do século 18. Sob tal prisma, foi observado que indicadores de diferentes fontes não apresentam as mesmas mudanças de cor (MORENO, 2015 apud MACEDO, 2019).

Os indicadores sintéticos podem ser: tornassol, que apresenta coloração azul em meio básico e vermelho em meio ácido; fenolftaleína, que tem coloração rosa em meio básico e incolor em meio ácido e o papel indicador universal que, ao ser imergido em tiras de papel nas soluções, apresentam cores diferentes para cada valor de pH (ALMEIDA; YAMAGUCHI; SOUZA, 2020).

Já os indicadores naturais são soluções fracas em que apresentam um valor de pH próximo ao pH neutro, sendo que quando adicionados a uma determinada solução eles se ligam a íons H^+ ou OH^- e mudam de cor devido a uma alteração na configuração eletrônica. Além disso, eles são solúveis em água, são extraídos de vegetais e

apresentam pigmentos como antocianinas. Essas antocianinas são bastante sensíveis às alterações de pH do meio e são responsáveis por mudar de coloração em meio ácido e em meio básico, tornando possível identificar o pH da solução. Sob tal prisma, vale mencionar alguns exemplos de vegetais que existe a presença desse pigmento como o repolho roxo, acerola, açaí, jabuticaba, beterraba, ameixa, papoula, açafrao, o feijão preto entre outros (CARVALHO FILHO; PEREIRA; ASSIS, 2021; SILVA et al. 2020; FERNANDES et al., 2021).

Os responsáveis por descrever as antocianinas como pigmentos responsáveis pela tonalidade de várias flores e que seus extratos exibiam cores que se modificavam em função da acidez ou basicidade do meio foram Willstätter e Robinson, no início do século XX (SILVA et al., 2018). Logo, os indicadores naturais, por apresentar antocianinas, são vegetais em forma de extratos alcoólicos ou aquosos que modificam a coloração da solução a qual são inseridos (MACEDO, 2019).

É importante mencionar que a ideia de indicadores naturais foi introduzida pelo cientista Robert Boyle, no século XVII, sendo que ele utilizou diversos sucos vegetais, em especial um xarope de violetas, o qual observou que o extrato desta flor, em solução ácida, se tornava vermelha e em solução básica, verde. Nesse prisma, Boyle foi o primeiro a estabelecer os conceitos de ácido-base e, dessa forma, foram obtidos os primeiros indicadores de pH (SILVA et al., 2018; FONSECA et al., 2019).

Vale frisar que na indicação de pH, os extratos naturais das plantas, que tem antocianina, apresentam uma grande vantagem frente aos indicadores comercialmente utilizados, uma vez que eles têm um baixo custo e uma alta disponibilidade (TERCI; ROSSI, 2002 apud FONSECA et al., 2019). Muitas plantas, flores bem como frutos podem exibir substâncias que alteram a coloração em contato com as variações de pH, o qual possibilita sua utilização como indicadores ácido-base (SILVA et al., 2018).

Assim, inúmeros vegetais podem ser usados como indicadores ácido-base, já que esses por apresentarem pigmentos e quando submetidos a diferentes graus de acidez ou basicidade alteram sua coloração, possibilitam que sejam empregadas nos ambientes escolares, por exemplo, uma vez que por serem de fácil acesso e baixo custo, permitem a realização de aulas experimentais, o que proporciona que os conceitos teóricos de ácidos e bases possam ser entendidos pelos estudantes, pois faz despertar o interesse

devido as diferentes colorações que as soluções apresentam (ALMEIDA; YAMAGUCHI; SOUZA, 2020).

4.2.3 As antocianinas e o pH

O termo antocianina é de origem grega (anthos, flores e kyanos, azul escuro), em que são os pigmentos mais importantes das plantas vasculares, os quais representam o maior e mais importante grupo de pigmentos solúveis em água presente na natureza (KERIO et al., 2012; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009 apud SANTOS, 2015).

As antocianinas estão distribuídas em várias partes dos frutos e das flores, nas uvas (por exemplo) estão concentradas com mais frequência nas cascas. Já em outros casos, como hortaliças estão localizados em células próximas à superfície dissolvida na seiva das células, o que leva a sua extração com solventes ácidos que rompem a membrana celular do tecido e dissolvem o pigmento (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011).

As antocianinas são chamadas de agentes cromóforos e estão inseridas em três importantes classes: as porfirinas, os carotenóides e os flavonóides (MACEDO, 2019). Os flavonóides são responsáveis pelas cores atrativas de frutas, legumes e flores, sendo responsáveis pela cor vermelha, laranja, roxa, violeta e azul (KERIO et al., 2012).

No século XX, foi notado que as antocianinas eram encarregadas pela coloração de variadas flores e que os extratos destas flores mudavam com a acidez ou basicidade do meio. Nesse prisma, as antocianinas são corantes naturais que fazem parte do grupo dos indicadores visuais, os quais são capazes de mudarem de cor dependendo das características físico-químicas da solução na qual estão inseridas, em que apresentam uma faixa bem conhecida de variação de cor em relação às mudanças de pH da solução correspondente, o que permite que elas sejam utilizadas como indicadores naturais de pH (SALIU; DELLA PERGOLA, 2018).

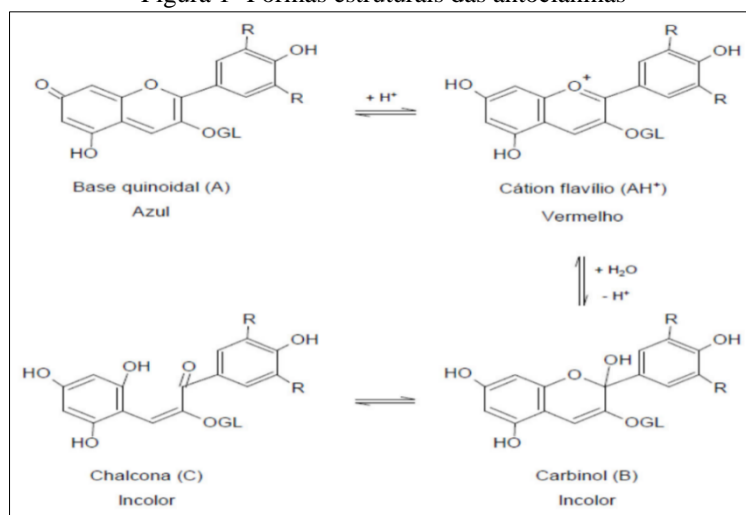
É relevante citar que a cor das antocianinas irá depender unicamente da estrutura química das diferentes formas em que se encontram, sendo essas estruturas fortemente relacionadas com o valor do pH da solução (MOLDOVAN et al., 2012). Assim, o pH é a variável química que mais determina a coloração das antocianinas, uma vez que, em função de sua acidez ou alcalinidade, estas podem apresentar diferentes estruturas (BOBBIO, 2001 apud SOUSA, 2013). Contudo, as antocianinas são raramente isoladas

e identificadas devido à sua grande instabilidade (JORGE, 2008). De acordo com Rein (2005 apud SANTOS, 2015), as antocianinas quando isoladas são muito instáveis e muito suscetíveis à degradação.

As variáveis pH, temperatura, estrutura química, concentração, luz, oxigênio, enzimas, ácido ascórbico, açúcares e peróxido de hidrogênio são os que interferem na estabilidade das antocianinas. Devido a isso, a medição do conteúdo de antocianinas e a investigação de sua degradação são úteis para a indústria de alimentos (MOLDOVAN et al., 2012).

Existe uma grande variedade de antocianinas na natureza. Entretanto, o que as diferem são o número de grupos hidroxilados, a natureza e a quantidade de açúcares ligados a sua estrutura, e a posição destas ligações. Quando as antocianinas apresentam pH igual a 1,0, o cátion flavilium é a espécie predominante e contribui para a cor vermelha e roxa. No pH entre 2,0 e 4,0, as formas quinoidais, azul ou violeta, predominam. No pH entre 5,0 e 6,0, apenas duas espécies incolores podem ser observadas, a pseudobase carbinol e a chalcona (SANTOS, 2015) (Figura 1).

Figura 1- Formas estruturais das antocianinas



Fonte: Malacrida e Motta (2006).

Já para valores de pH maiores que 7, as antocianinas são degradadas dependendo de seus grupos substituintes. Dessa forma, as antocianinas podem ser encontradas em diferentes formas químicas de acordo com o pH da solução (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

4.4 *A. chica*

A. chica (Humb. & Bonpl.) B. Verlot (Figura 2) é uma planta pertencente à ordem Scrophulariales e a família Bignoniaceae que compreende 120 gêneros com cerca de 800 espécies. Ela é uma planta do tipo trepadeira com flores róseas ou violáceas (Figura 3), organizadas em panículas piramidais, cujas folhas apresentam coloração verdes escuras e possuem forma de ponta de lança peciolada, coriáceas, retículos venosos, incolor ou não, sem cheiro, finas e compridas, as quais floram em três unidades, sobre um cipó, tornando-se avermelhadas quando estão desidratadas (RIBEIRO, 2012; SILVA; AMARANTE, 2019).

Figura 2 - Aspectos gerais de *A. chica*



Elas são encontradas na sua maioria, em regiões tropicais e subtropicais, tendo o Brasil e o Continente Africano como dois centros de distribuição geográfica. Contudo, é notório que no Brasil, possivelmente, a região onde essa família apresenta-se com o maior número de espécies, esteja ocorrendo desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, sendo mais comum na Amazônia, mas ela não possui um habitat único, já que essa espécie é nativa de quase todo o território brasileiro (ALVES et al., 2010; SANTOS, 2015).

Figura 3 - Floração da *A. chica*

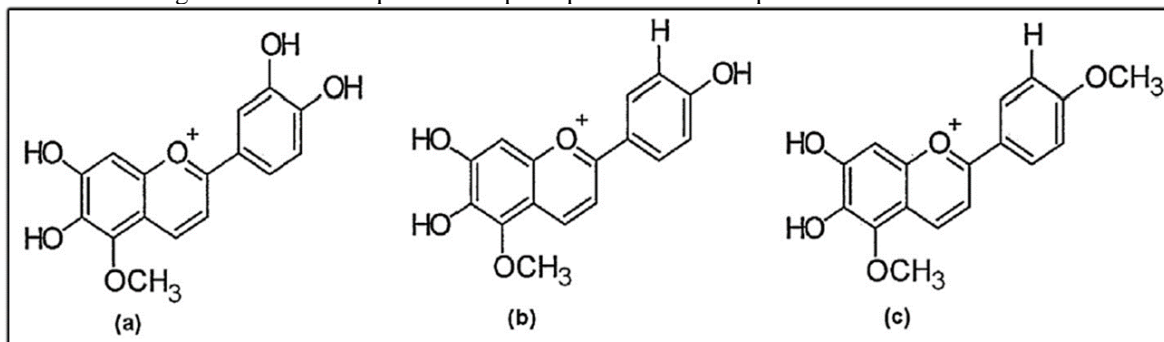
Fonte: Alves et al. (2010).

Vale ressaltar que essa planta recebe várias denominações entre as regiões as quais ela se encontra, tais como pariri (nomenclatura mais comum no estado do Pará), crajiru (estado do Amazonas), puca-panga, coapiranga, chica, cipó- cruz, entre outras (JORGE, 2008).

A. chica tem sido usada na medicina popular na forma de chás, em que faz uso de suas folhas para o tratamento de cólicas intestinais, anemias, hemorragia, diarreia, leucemia inflamações uterinas, icterícia, albuminúria, impingens, micoses e lavagem de ferimentos na pele, atuando como anti-inflamatório, cicatrizante e no uso ginecológico realizado por meio do tradicional “banho de assento” (OLIVEIRA et al., 2009; ALVES et al., 2010). Essa espécie está na relação nacional de plantas medicinais de interesse do Sistema Único de Saúde (RENISUS), sendo considerada pelas autoridades sanitárias brasileiras como uma das mais importantes plantas medicinais utilizadas na medicina popular, principalmente na região amazônica (SOUSA, 2013).

No nordeste do Brasil, essa planta é usada pelos índios para fazer tatuagens, para pintura do corpo em seus rituais e de tecidos devido aos pigmentos carajurina e carajurona. A *A. chica* também a utilizam como protetor solar e repelente de insetos. Essas propriedades de coloração são devidas à presença de três pigmentos pertencentes ao grupo das antocianinas (RIBEIRO, 2012; PAULA, 2013; SANTOS, 2015) (Figura 4).

Figura 4 - Estrutura química das principais antocianinas presentes na *A. chica*.



a) 6,7,3',4'-tetrahydroxi-5-metoxi-flavilium; b) 6,7,4'-trihidroxi-5-metoxi-flavilium (Carajurona); c) 6,7-dihidroxi-5,4'-dimetoxi-flavilium (Carajurina).

Fonte: Paula (2013).

O extrato bruto de *A. chica* aumenta a produção de colágeno e seu efeito pode ser comparado ao da alantoína e vitamina C. Além disso, o extrato bruto de *A. chica*, seco por atomização, favorece a cicatrização de tendões calcâneos em modelo animal (SOUSA, 2013).

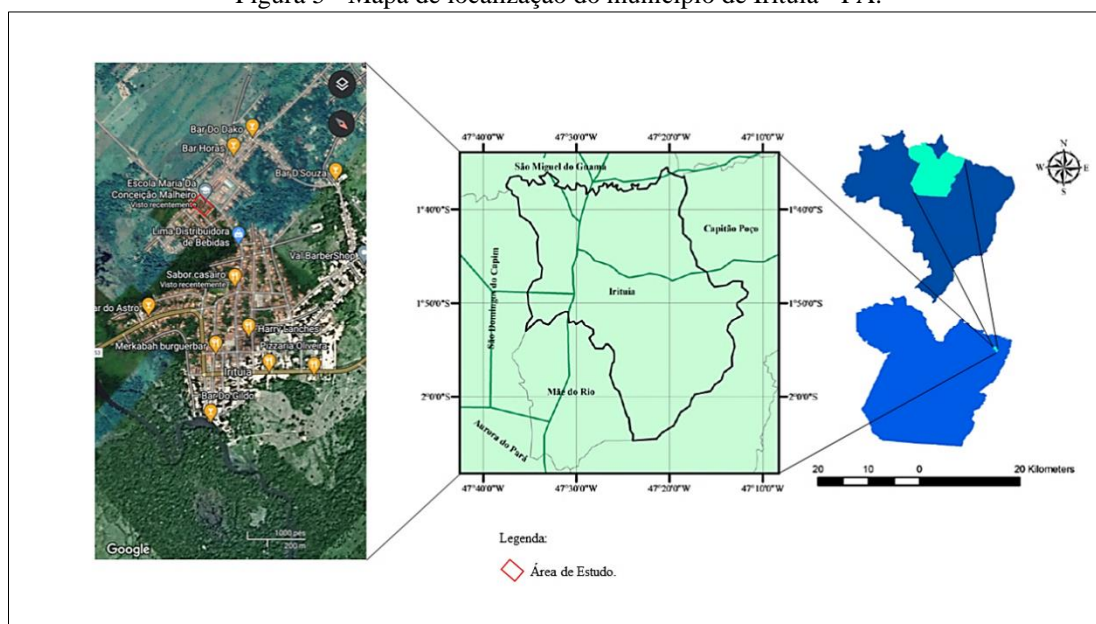
Segundo Ribeiro (2012), desde o início do século XX, a planta *A. chica* foi alvo de investigação química com o objetivo de determinar a composição de seu corante. O primeiro estudo das folhas desta planta relata o isolamento da 3-desoxiantocianidina conhecida como Carajurina (CHAPMAN; PERKIN; ROBINSON, 1927 apud SANTOS, 2015). Sua estrutura foi determinada anos depois como sendo 6,7-dihidroxi-5,4'-dimetoxiflavilium (RIBEIRO, 2012). Mais para frente, pesquisadores como Scogin, Harborne e Willians sugeriram que a ocorrência deste pigmento provavelmente era restrita à *A. chica* (SANTOS, 2015). Para Taffarello (2009) com base em diversos autores, o gênero *Arrabidaea* é fonte de antocianinas, flavonóides e taninos.

5 METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A cidade de Irituia (Figura 5) faz parte da Mesorregião Nordeste Paraense, apresenta uma área territorial de 1 379,523 km², população de 31.664 e densidade: 22,95 hab./km. A. O topônimo Irituia, de origem tupi I-ri-tuia significa corredeira velha, antiga. Gentílico: Irituense ou Irituiense (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRITUIA, 2022).

Figura 5 - Mapa de localização do município de Irituia - PA.



Fonte: Google Maps (2021) e outras fontes

Neste município está localizada a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Maria Conceição Malheiro (Figura 6), sendo esta a maior escola da cidade, a qual apresenta uma importância significativa para os habitantes locais, uma vez que ela atua como parte da memória afetiva de muitos deles. A escolha por realizar esse estudo nessa escola é por ser o local de atuação profissional desta autora desde 2019. Logo, é conhecida toda a dinâmica educacional que ela faz parte. O responsável pela instituição assinou um Termo de Anuência autorizando o desenvolvimento do projeto na escola (Apêndice A).

Figura 6 - Escola Estadual Professora Maria Conceição Malheiros



5.2 Procedimento metodológico

5.2.1 Licença CONEP

O estudo precisou passar por avaliação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), uma vez que houve investigação com seres humano por meio da aplicação de questionários. Dessa forma, o estudo foi aprovado pela referida comissão, sendo que o CAEE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética) expediu como licença o número 61224122.7.0000.0018.

Para gerar a licença foram necessários os seguintes documentos: o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os alunos participante da pesquisa (Apêndice B), o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis dos alunos (Apêndice C) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os professores (Apêndice D). Todos os itens da pesquisa foram repassados aos respectivos indivíduos com as devidas autorizações requeridas.

5.2.2 Design experimental

O design experimental da pesquisa abordou fundamentos Quali e Quantitativos. A pesquisa qualitativa é aquela que não apresenta preocupação com representatividade numérica, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Já a pesquisa quantitativa, se centra na objetividade, sendo que

recorreu à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, por exemplo (MARTINS, 2004; GERHARD; SILVEIRA, 2009).

O trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas:

- 1- Preparo do indicador natural de pH a partir do extrato da folha de *A. chica*.
- 2- Aplicação do extrato como indicador de pH com a metodologia aprendizagem baseado em problemas.
- 3- Composição do produto educacional.

5.3 Preparo do indicador natural de pH a partir do extrato da folha de *A. chica*.

5.3.1 Obtenção do extrato da folha de *A. chica*

A matéria-prima utilizada nos experimentos foi a folha da *A. chica*. As amostras foram adquiridas no município de Irituia - PA, de um único local de cultivo (agricultura doméstica), já que é normal esse tipo de planta em muitas casas pela cidade e região.

Após a coleta, a planta (*A. chica*) foi mantida longe de interferência da luz solar, uma vez que esse fator pode fazer com que seja perdido algumas propriedades importantes para o estudo, tais como a antocianinas, conforme descreve Santos (2015). Em sequência, a planta foi levada para o laboratório de solos da EMBRAPA, onde foi feito todo o preparo para conseguir realizar a extração.

Primeiramente, foram realizados os seguintes processos antes de fazer a extração: lavagem da planta com água corrente e água destilada; secagem na estufa à 60°C e trituração em moinho. Após essas etapas deu início ao processo de extração sólido-líquido da *A. chica*, sendo que seguiu a metodologia de Moreira et al. (2022), Silva et al. (2020) e Carvalho Filho et al. (2022), com modificações, devido não haver pesquisas semelhantes ao objeto da pesquisa. Assim, utilizou-se 10g de folhas seca e triturada de *A. chica* que foram transferidas para um Becker recoberto de papel alumínio. Em sequência, foi adicionado no Becker 50 mL álcool etílico hidratado 70° INPM na proporção de 1:5 (massa:volume), a qual ficaram mantidas imersas e repouso em temperatura ambiente durante 24 horas ao abrigo do calor e da luz. Com o auxílio de um filtro de papel, a amostra foi filtrada para obtenção do extrato alcoólico. As extrações foram realizadas em triplicata, isto é, repetidas para três conjuntos de amostras de cada solução. Através desse método são extraídas majoritariamente antocianinas.

5.3.2 Análise do indicador do extrato de *A. chica*

A elaboração da escala de pH foi feita de acordo com a metodologia descrita por Moreira et al. (2022). As soluções padrão desta escala foram feitas com reagentes P.A de laboratório.

5.3.2.1 Preparo de soluções de HCl para pH de 1 até 6

a) Preparação de 100 mL solução estoque de HCl 1,0 mol/L

- Transferiu-se, em capela, para um copo de Becker um pequeno volume de HCl concentrado da marca Synth (37 % p/p; 1,19 g/mL)

- Mediu-se 8,3 mL do ácido com uma pipeta graduada de 10 mL

- Transferiu-se este volume de ácido concentrado para um balão volumétrico de 100 mL em que já havia um pouco de água destilada e completou-se o volume com água.

b) Preparação dos padrões de 10^{-1} mol/L a 10^{-6} mol/L de HCl.

Para o padrão de 10^{-1} mol/L:

- Mediu-se 2,5 mL da solução estoque de HCl 1 mol/L com pipeta graduada de 5 mL

- Transferiu-se para balão volumétrico de 25 mL

- Completou-se o volume com água destilada.

Para a solução de HCl 10^{-2} mol/L foi obtido com o mesmo procedimento, mas a partir de 2,5 mL da solução 10^{-1} mol/L. Assim, com diluições sucessivas, obtiveram-se alíquotas de 25 mL de soluções 10^{-3} mol/L até 10^{-6} mol/L.

Rotulou-se as soluções com os valores de pH de 0 (solução estoque de HCl 1,0 mol/L) a 6 (com as respectivas soluções). Para pH sete usou-se água destilada.

5.3.2.2 Preparo de soluções de NaOH para pH de 8 até 14

a) Preparação de 100 mL solução estoque de NaOH 1,0 mol/L

- Pesou-se 4,0 gramas de NaOH em copo de Becker usando balança analítica.

- Dissolveu-se a massa da base com a adição em água destilada

- Transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

b) Preparação dos padrões de 10^{-8} mol/L a 10^{-14} mol/L de NaOH

Para o padrão de 10^{-13} mol/L:

- Mediu-se 2,5 mL da solução estoque de NaOH 1 mol/L com pipeta graduada de 5 mL.
- Transferiu-se para balão volumétrico de 25 mL
- Completou-se o volume com água destilada.

Para a solução de NaOH 10^{-12} mol/L foi obtido com o mesmo procedimento, mas a partir de 2,5 mL da solução 10^{-13} mol/L.

Dessa forma, com diluições sucessivas, obteve-se alíquotas de 25 mL de soluções 10^{-11} mol/L até 10^{-8} mol/L mol/L. Rotulou-se as soluções com os valores de pH de 14 (solução estoque de NaOH 1,0 mol/L) a 8 (com as respectivas soluções).

5.3.2.3 Aplicação do extrato alcoólico de *A. chica*

Para a aplicação do extrato alcoólico de *A. chica* e obtenção do espectro colorido foram feitos os seguintes passos:

a) Estoque das soluções padrão

As soluções padrão de HCl e NaOH, após terem seus valores de pH confirmados em pHmetro, foram colocadas em pequenos frascos de 100 mL e colocados sob refrigeração até serem usadas.

b) Formação do espectro colorido

As soluções foram colocadas em tubos de ensaios e estes em grades, as quais serviram de suporte para melhor visualização do espectro de cores da escala.

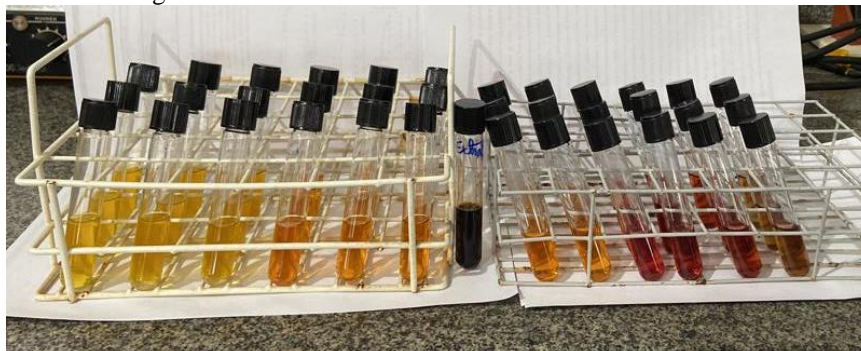
Para cada tubo de ensaio foi colocado uma pequena quantidade de solução padrão de pH respectivo ao da identificação. E em cada tubo de ensaio foi adicionado 5 gotas de extrato alcoólico de *A. chica* previamente feito para se obter o espectro de cores (Figura 7).

5.3.2.4 Teste da estabilidade térmica

Para testar a estabilidade térmica do extrato da *A. chica* foi acondicionado 2 amostras do extrato em temperaturas diferentes: 0 °C (acondicionadas no congelador) e 25 °C (temperatura ambiente). As amostras à 25 °C foram analisadas em período de 5 e 10 dias e as amostras à 0 °C foi analisada com 30 dias no intuito de analisar a

estabilidade dessas amostras em condições diferentes, conforme feito no trabalho de Carvalho Filho, Pereira e Assis (2021).

Figura 7 - Faixa de cores do extrato alcoólico da *A. chica*.



5.4 Aplicação do extrato alcoólico da *a. chica* como indicador de pH

A aplicação do extrato alcoólico da *A. chica* foi realizado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Conceição Malheiros no município de Irituia-PA com 30 alunos da série final do ensino fundamental (9º ano) que apresentavam idade entre 15 e 17 anos, sendo de sexo masculino e feminino.

Primeiramente, os alunos, individualmente, responderam a um questionário diagnóstico de 8 questões de múltipla escolha (Apêndice E) que teve como objetivo verificar a compreensão dos mesmos sobre o tema ácidos e bases. Em sequência, foi ministrada uma breve aula teórica sobre o assunto em questão. Após isso, para um melhor estudo do pH, a turma entrou em contato com a aplicação da metodologia do Aprendizado Baseado em Problema (ABP), a qual tiveram que responder a seguinte problemática:

A água considerada ideal para ser ingerida precisa apresentar o pH neutro. Entretanto, existe água que apresenta um pH ácido, o que pode vir a comprometer a saúde daqueles que a consomem. Será que a água usada no seu dia a dia para cozinhar alimentos é um meio neutro? E a água do bebedouro escolar ou das águas minerais que você compra, será que tem o pH adequado? E a água da chuva como será seu pH?

Para responder essas questões, a turma foi dividida em 6 grupos contendo 5 integrantes em cada equipe, com intuito de desenvolver uma atividade experimental para conseguir chegar a conclusões acerca da problemática proposta. Para isso, foi entregue uma figura de escala de pH de extrato da *A. chica* bem como uma porção do referido extrato, os quais foram utilizados para a determinação de acidez e basicidade de

diferentes amostras de água (bebedouro escolar, água da chuva, água mineral e água de suas residências) que foram coletadas e trazidas pelos estudantes para analisar o pH a partir do extrato alcóolico de *A. chica*, bem como diferentes materiais domésticos para, também, verificar o pH.

Após essa prática, a turma respondeu a um segundo questionário (Apêndice F) para avaliar se mudou algo na compreensão sobre o tema ácidos e bases, bem como a acidez da água de consumo e o tema transversal chuva ácida após a prática experimental.

Os resultados encontrados foram tratados com a estatística descritiva e os gráficos foram do tipo pizza elaborados no software Excel.

É importante destacar que as atividades serviram para que os alunos percebessem como o tema acidez e basicidade é muito presente em seu dia a dia. Além disso, serviu como ferramenta para trabalhar temas ambientais importantes tais como acidez da água de consumo e chuva ácida.

5.5 O desenvolvimento do produto educacional

Como produto final da pesquisa, foi produzida uma cartilha (Apêndice G) que abordou sobre a acidez da água de consumo e como elaborar um indicador natural de pH a partir do extrato alcóolico da *A. chica*. Esse material didático poderá ser usado na prática de atividades práticas no ensino e aprendizagem de tópicos de ciências ambientais. Esse produto educacional teve as seguintes seções:

- Capa;
- Sumário;
- Apresentação;
- Planta Pariri - *Arrabidaea chica*;
- 8 Benefícios da planta Pariri para a saúde;
- O potencial hidrogeniônico - pH;
- A importância de conhecer o pH;
- Acidez e basicidade de substâncias;
- Acidez da água de consumo;
- Acidez da água da chuva;
- Impactos da chuva ácida;

- Esquema chuva ácida;
- Indicador natural ácido-base;
- Indicador natural de Pariri;
- Preparo do indicador natural de Pariri (esta sessão apresentará os passos para a elaboração do indicador ácido base de extrato alcoólico da *A. chica* e a montagem do kit experimental composto por um frasco conta gotas do extrato alcoólico de *A. chica* e uma mini escala de pH para a comparação de cores);
- O uso do extrato alcoólico de Pariri como indicador natural para análise da acidez de diferentes águas;
- Atividades Propostas;
- Referências;
- Agradecimento e Apoio.

Assim, a escolha por uma cartilha como produto educacional ocorreu pela possibilidade de propor uma alternativa didática pedagógica, que possa ampliar a leitura dos discentes, uma vez que muitos deles têm dificuldades em interpretar a linguagem científica. De acordo com Souza et al. (2020), as cartilhas educativas quando aplicadas como um material paradidático colaboram para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, já que transformam a leitura em uma prática comum. Dessa forma, se o professor souber como usar esse material em suas aulas, terá um bom recurso didático.

Para validação desse produto educacional, a cartilha foi apresentada para um grupo de 10 professores de ciências da natureza, em que responderam a um questionário (Apêndice H) estruturado que tinha como objetivo analisar sua opinião acerca do material educacional apresentado, bem como testar a real possibilidade de aplicá-lo em suas aulas. A análise das respostas dos questionários dos professores foi tabelada em forma de gráficos/tabelas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Resultado do extrato alcoólico da *A. chica* como indicador natural ácido-base

O extrato alcoólico obtido das folhas de *A. chica*, apresentou coloração marrom escuro (Figura 8). É importante mencionar que a escolha por realizar a extração por via alcoólica se fez devido sua maior eficácia, a qual é possível observar melhores resultados, conforme descreve Firmino et al. (2019).

Figura 8 - Extrato alcoólico das folhas da espécie *A.chica*.



O extrato alcoólico apresentou mudança de coloração quando exposta às soluções ácidas e básicas, demonstrando assim o potencial de indicador ácido-base da espécie, sendo que em meio básico teve uma variação do laranja até o marrom (Figura 9), já em meio ácido, o indicador apresentou coloração entre amarelo e laranja (Figura 10).

Através do observado na Figura 11 foi possível verificar a faixa de coloração do pH obtida com extrato alcoólico da *A. chica*, a qual mostra os tubos de ensaio com seus respectivos valores de pH e a coloração adquirida com a presença do extrato da planta em questão.

Figura 9 - Variação de cor do indicador natural da *A. chica* em meio básico.



Figura 10 - Variação de cor do indicador natural da *A. chica* em meio ácido.



Os resultados obtidos indicaram que o extrato alcoólico das folhas da *A. chica* utilizado neste estudo pode ser usado para medidas de pH em meio aquoso, devido sua excelente variação estrutural (tonalidade) em função do pH, podendo ser um excelente indicador natural para o estudo de ácido-base, a qual pode vir a ser um substituto de outros indicadores, devido ao seu excelente potencial no meio ácido e básico, apresentando mais de uma vasta variação de coloração.

Vale mencionar que esse resultado de coloração só foi possível devido a presença de antocianinas nesse vegetal, pois, de acordo com Moldovan et al. (2012), elas atuam

como indicadores visuais naturais, sendo que essa mudança de cor está fortemente relacionada com o valor do pH da solução que a planta foi submetida.

Figura 11 - Faixa de variação de cor do indicador natural da *A. chica* em diferentes pH.



Na Tabela 1 é apresentada a estabilidade térmica dos indicadores em temperatura de 0 °C em período de 5 a 30 dias e 25 °C em período de 5 a 10 dias.

Tabela 1- Estabilidade térmica do indicador.

Período	Temperatura	
	0 °C	25 °C
5 dias	Não degradou	Não degradou
10 dias	Não degradou	Não degradou
30 dias	Não degradou	-

O extrato alcoólico das folhas da espécie *A. chica* mostrou-se com uma excelente estabilidade térmica ao longo do período em análise, o que demonstra, mais uma vez, o seu potencial como indicador natural ácido-base, já que não apresentou perda de coloração (degradação), sendo que esse fato é muito comum em muitos corantes naturais, o que faz comprometer a aplicação dos mesmos como indicador (COELHO, 2011 apud CARVALHO FILHO et al., 2021).

É importante citar que o teste de estabilidade térmica não foi feito com 30 dias a 25°C, pois seguiu a metodologia de Carvalho Filho, Pereira e Assis (2021), a qual os autores também não fizeram, já que os resultados obtidos até então seria suficiente para esse tipo de estudo.

6.2 Resultado da aplicação do extrato alcoólico da *A. chica* como indicador de pH

Para a aplicação do extrato alcoólico da planta *A. chica* como indicador de pH foram necessárias três semanas de aula, sendo usado um tempo de 3 (três) aulas de 40 minutos.

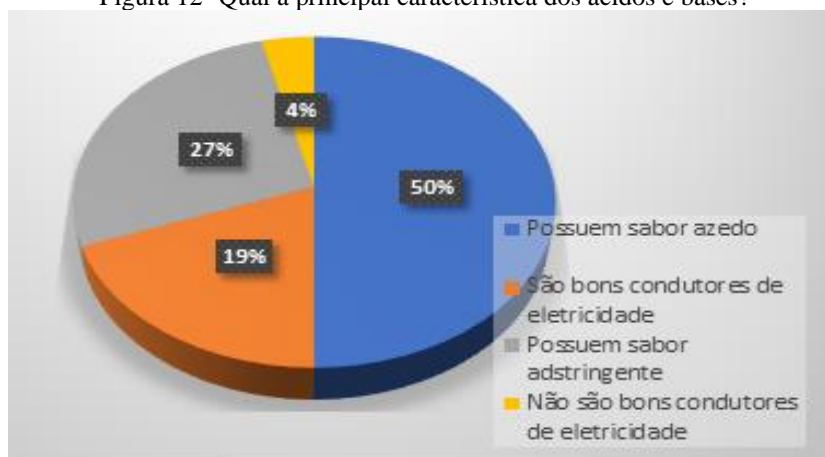
Na primeira semana de aplicação da planta *A. chica* como indicador natural de pH foi desenvolvida as seguintes atividades:

a) Aplicação de questionário diagnóstico

O questionário diagnóstico (Apêndice B), que teve o objetivo de sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema acidez e basicidade, chuva ácida, bem como seu interesse pela disciplina de ciências, foi aplicado na primeira semana em uma aula de 40 min. Nesse dia estavam na sala aula de aula 27 estudantes de um total de 30.

A primeira pergunta procurou saber se os alunos sabiam a principal característica dos ácidos e bases. Na Figura 12 são apresentadas as respostas dos alunos para esse questionamento.

Figura 12- Qual a principal característica dos ácidos e bases?

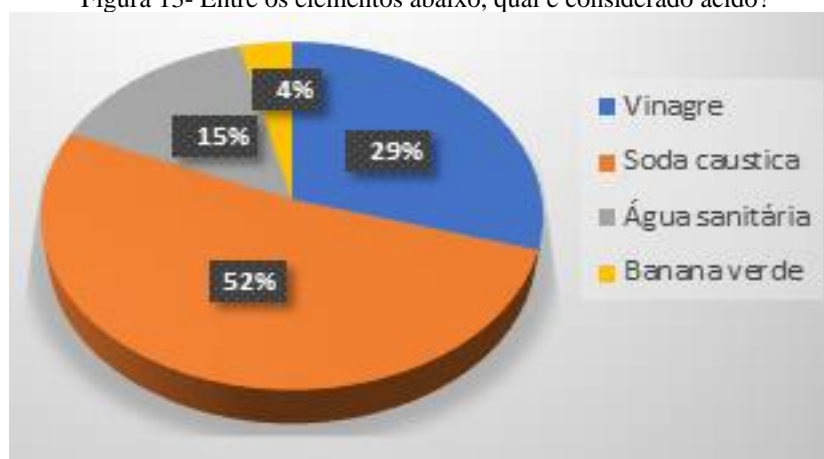


O fato de 50 % dos alunos terem optado pela alternativa que considera que a principal característica dos ácidos e bases é apresentar o sabor azedo, e apenas 19 % ter indicado a resposta correta, pode estar associado ao fato que, talvez, esses discentes já experimentaram alguma substância de caráter ácido e tenha percebido seu sabor azedo, entretanto isso é uma característica que não está associada com as bases, já que elas possuem gosto adstringente. Algumas substâncias ácidas ou básicas são altamente

corrosivas, segundo retrata Firmino et al. (2019) e o gosto seria uma característica bastante improvável e perigosa para se realizar a comparação.

Na segunda pergunta foi questionado se os alunos conseguiam indicar qual seria o elemento do cotidiano considerado ácido. 52 % dos estudantes consideraram o produto soda cáustica como tendo essa característica e apenas 29 % optaram pela opção que apresentava o vinagre (Figura 13), o que mostra que esse assunto é confuso para muitos dos discentes pesquisados, fato esse que precisa ser melhorado, já que esse tema acidez e basicidade é muito presente em nosso dia a dia, uma vez que faz parte dos alimentos, material de limpeza, higiene, remédios e cosméticos, conforme descreve Silva et al. (2020).

Figura 13- Entre os elementos abaixo, qual é considerado ácido?



Na Figura 14 foi possível observar os resultados da terceira pergunta sobre a definição de ácidos e bases segundo Arrhenius, sendo que 48 % dos estudantes afirmaram que ácidos são substâncias que, em solução aquosa liberam íons negativos hidroxilas (OH^-), enquanto as bases também em solução aquosa liberam íons positivos de hidrogênio (H^+). A resposta está incorreta, o que mostra que esse conceito é bem desconhecido pelos estudantes pesquisados e isso é compreendido, já que esses discentes estão tendo acesso a este conceito pela primeira vez.

Foi possível observar através da análise da Figura 15, onde estão localizados os percentuais das respostas à quarta pergunta - O que são indicadores ácidos e básicos? - que 41 % alunos optaram como resposta que indicadores ácidos e bases são substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é sal ou óxido de

acordo com o seu pH. Entretanto, essa informação está errada, pois são substâncias indicativas que podem indicar se uma solução é ácida ou básica. (SILVA; RIBEIRO, 2018; SILVA et al. 2020).

Figura 14- Qual a definição de ácidos e bases, segundo Arrhenius?

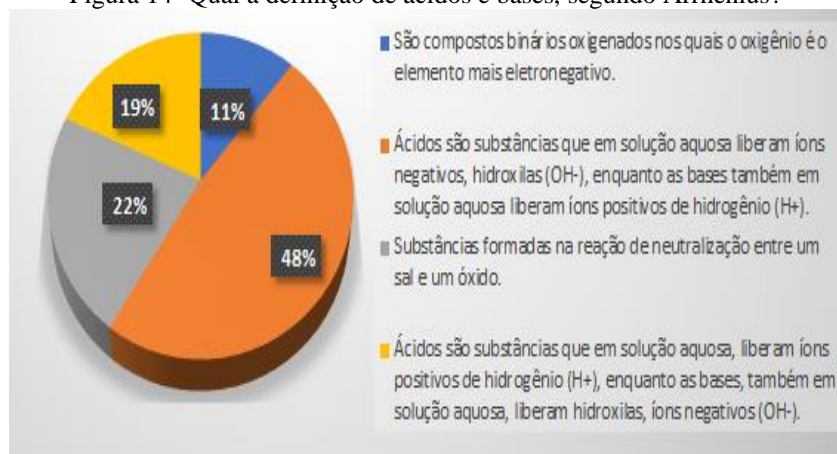
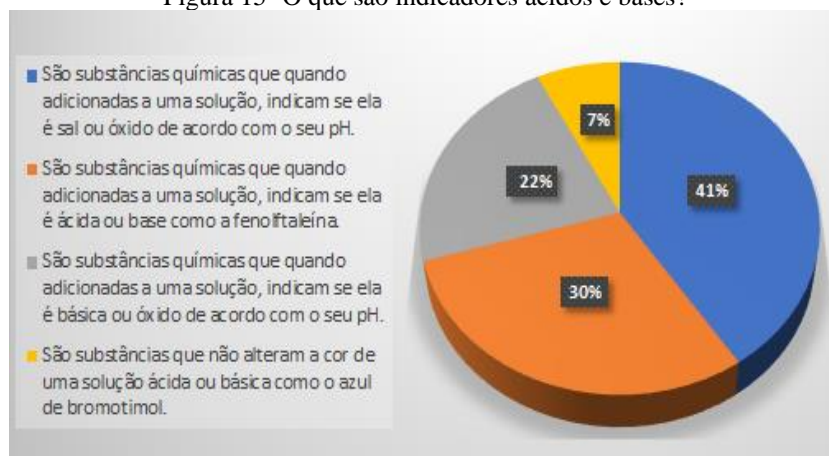


Figura 15- O que são indicadores ácidos e bases?



Na quinta pergunta, buscou-se verificar se os alunos entendiam o que era acidez da água de consumo. Como resposta (Figura 16) verificou-se que 74 % dos estudantes desconheciam sobre esse tópico e somente 26 % disseram compreender o conceito apresentado.

Esse pequeno percentual de respostas positivas chamou muito a atenção, já que para a água destinada ao consumo humano, o fator pH deve ser considerado como um indicador de potabilidade, pois ele tem relação com a saúde pública, uma vez que valores muito elevados ou muito baixos de pH podem ocasionar problemas de saúde tais

como problemas gastrointestinais, irritações na pele e olhos, de acordo com Von Sperling (2005) apud Birkheuer et al. (2017).

Já na sexta pergunta foi analisado se os estudantes conheciam sobre o que é chuva ácida. Dos entrevistados, 63 % não sabem o que é o fenômeno e a compreensão desse conceito se faz somente para 37 % dos pesquisados (Figura 17).

Figura 16- Você entende o que é acidez da água de consumo?

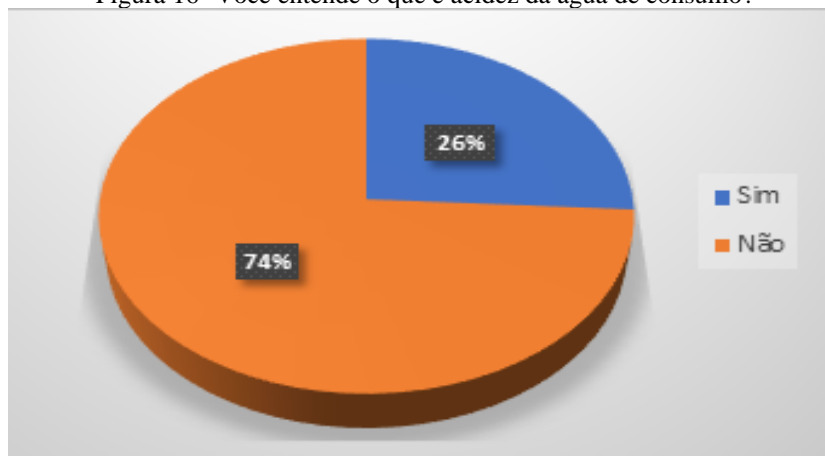
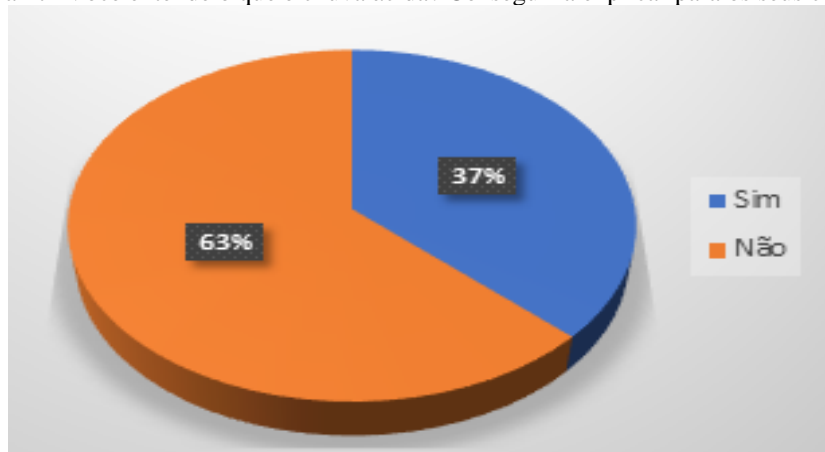


Figura 17- Você entende o que é chuva ácida? Conseguiria explicar para os seus colegas?



Na Figura 18 foram apresentadas as respostas da sétima pergunta, a qual buscou saber o interesse dos estudantes pela disciplina de ciências da natureza, sendo que foi analisado que 74 % alunos responderam ser grande e 26 % disseram que é pouco.

Esse fato pode ter sido influenciado pela presença da professora da disciplina que foi a mesma que aplicou o questionário. Entretanto, conforme Carvalho et al. (2018), se o professor não for um dos principais responsáveis por despertar ou não o interesse por essa disciplina, pouco fará como peça-chave no ensino e aprendizagem de ciências.

A oitava e última pergunta buscou verificar o que os alunos consideram que deveria ser melhorado nas aulas de ciências. Com a Figura 19 foi possível analisar as respostas dos estudantes, em que 63 % consideram importante ter práticas experimentais, 26 % gostariam que o conteúdo fosse relacionado com o conteúdo e 11 % responderam que não precisa ser feito nada.

Figura 18- Qual o seu interesse pela disciplina de ciência?

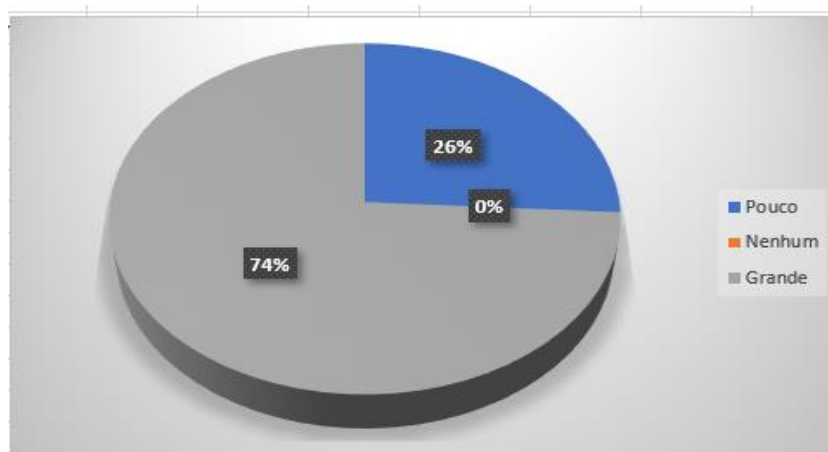
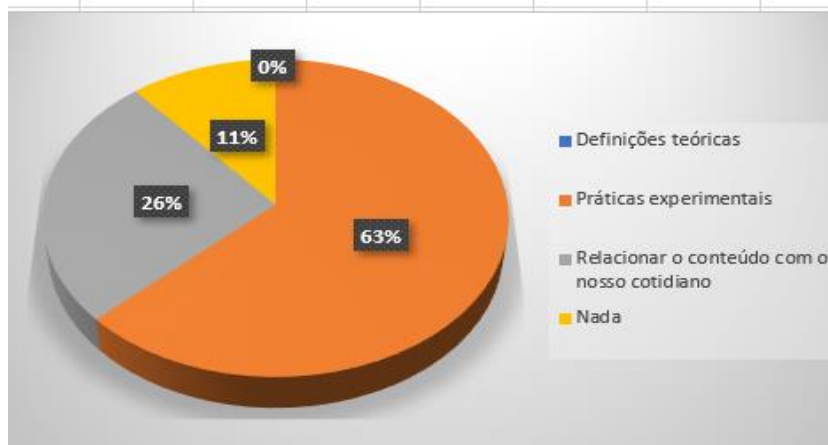


Figura 19- O que você acha que deveria ser melhorado nas aulas de Ciências?



b) Aula teórica sobre ácidos e bases, chuva ácida, atividade demonstrativa e atividade prática.

Após responderem ao questionário diagnóstico, a turma teve uma aula teórica, em que foram explanados os seguintes conceitos: ácido e base segundo a teoria da dissociação de Arrhenius, chuvas ácidas e indicadores ácido-base. O tempo gasto foi de duas aulas de 40 minutos, dando um total de 80 minutos de apresentação. Para isso

houve uma apresentação em Power point usando do recurso didático computador e datashow.

Após a aula teórica houve uma demonstração da chuva ácida (Figura 20), por meio de um frasco de vidro com tampa, colher, isqueiro, enxofre e uma flor. No frasco de vidro houve uma adaptação na tampa de maneira que a colher pudesse ficar presa, em seguida foi colocado uma flor dentro do recipiente. Em sequência, foi colocado uma quantidade de enxofre na colher e acendido o isqueiro abaixo dela, ao iniciar o processo de combustão e o aparecimento da fumaça a tampa foi levada para fechar o pote de vidro. A combustão do enxofre fez produzir dentro do pote uma neblina que fez a flor mudar de coloração.

Figura 20- Atividade demonstrativa de chuva ácida.



Os alunos presentes mostraram-se bem curiosos e atentos com a demonstração da chuva ácida e pediram para fazer mais aulas desse tipo, sendo que solicitaram a participação deles na execução dos experimentos. O uso de práticas experimentais precisa fazer com que os estudantes se sintam como parte do processo de realizar ciência, e não somente espectadores passivos. Isso possibilitará a esses discentes o pensar na ciência como parte integrante de sua vida (CARVALHO et al., 2018).

Ao final foi dada a informação que nas aulas seguintes, eles seriam os responsáveis por realizar os próximos experimentos, fato que fez com que a turma ficasse bem eufórica e contente. Assim, houve a solicitação que eles viessem com uma

blusa extra, pois poderiam sujar o uniforme, uma vez que os experimentos iriam ser feitos na sala de aula, já que o laboratório da escola estava inutilizável.

Na semana seguinte foi feito a determinação de acidez através da medida de pH de materiais domésticos usando o extrato alcoólico da *A. chica*, através de comparação da cor obtida no experimento com a escala de cores e fitas indicadoras de pH construída no laboratório. As substâncias que tiveram a verificação do pH pelos estudantes foram: suco de limão, vinagre de álcool, refrigerante, detergente, solução de bicarbonato de sódio e solução de soda cáustica.

Primeiramente, a turma foi dividida em seis grupos contendo cinco integrantes em cada equipe. Cada um dos grupos receberam os seguintes materiais para o desenvolvimento da atividade experimental: 6 tubos de ensaios, isopor, 7 copos descartáveis, 6 seringas de 10 mL e uma pipeta pasteur.

As substâncias de uso doméstico utilizadas para o experimento ficaram sobre o controle da professora em sua mesa e cada representante dos grupos vinha pegar uma porção em um dos copos descartáveis distribuídos. Além disso, os alunos também pegavam na mesa dessa docente uma quantidade suficiente do extrato alcoólico da *A. chica* para realizar o experimento. Após as equipes já estarem com todos os materiais em mão, deu-se início à atividade experimental.

O procedimento envolveu a retirada de 5 mL dos materiais com as seringas (Figura 21), sendo que eles foram orientados a não usar a mesma seringa em mais de um material selecionado, em seguida foram orientados a colocar as soluções nos tubos de ensaios. Na sequência, os alunos com o auxílio de uma pipeta foram instruídos a medir 5 gotas do extrato da *A. chica* e adicionar nos tubos que já apresentavam as outras substâncias químicas.

Figura 21- Participação de alunos na aula prática de determinação de pH de materiais domésticos com o extrato da *A. chica*.



Por último, compararam a coloração obtida com a escala do extrato da *A. chica* e a fita medidora de pH (Figura 22).

Figura 22- Alunos comparando a coloração dos materiais domésticos com a foto da escala de pH do extrato da *A. chica*.



O grupo de alunos, de forma unânime, gostou das atividades propostas e também solicitaram que fossem usadas com mais frequência nas aulas de ciências. Quando os docentes buscam trabalhar com atividades experimentais no ensino de ciências naturais, eles acabam fazendo com que ocorra uma melhor aprendizagem para os estudantes,

sendo que a reação dos alunos quando aplicada essa metodologia é sempre positiva, já que as aulas passam a ser mais atrativas (CATELAN; RINALDI, 2018).

O tempo da aula prática ou experimental levou um total de 120 minutos de atividades, ou seja, três aulas de 40 minutos e foram abordados os conceitos de ácido-base e indicadores naturais.

Ao final foi distribuído para cada grupo uma garrafa plástica de 200 mL para que coletassem água da torneira de suas casas para a determinação de acidez na semana seguinte.

c) Atividade experimental de determinação de acidez de água de chuva, da torneira da casa dos estudantes, do bebedouro escolar e mineral.

Na terceira semana, novamente houve 3 (três) aulas de 40 minutos. Nestas aulas foi verificado o pH da água de chuva que havia sido coletada pela docente, água das torneiras da casa dos estudantes, água do bebedouro da escola e amostras de 3 águas minerais compradas no comércio local, usando o kit experimental (extrato alcoólico da *A. chica*, foto da escala de cores de pH da *A. chica* e fitas medidoras). Essas análises das amostras de águas serviram para contextualizar o ensino de ciências naturais dentro da proposta da ABP, sendo que cada grupo recebeu um papel que apresentavam a seguinte problemática:

A água considerada ideal para ser ingerida precisa apresentar o pH neutro. Entretanto, existe água que apresenta um pH ácido, o que pode vir a comprometer a saúde daqueles que a consomem. Será que a água usada no seu dia a dia para cozinhar alimentos é um meio neutro? E a água do bebedouro escolar ou das águas minerais que você compra, será que tem o pH adequado? E a água da chuva como será seu pH?

Após os alunos lerem as questões problemas, dialogaram com seus pares sobre como o tema acidez e basicidade está diretamente presente em seu cotidiano. Assim, com esse diálogo, os estudantes chegaram à hipótese que a água pode apresentar um grau de acidez e atribuíram isso a questão da poluição, em especial a atmosférica, conforme o relato abaixo de estudante de um grupo:

- “Não sei se a água que bebemos é ácida, mas a água da chuva, com certeza, é, pois a poluição da atmosfera é muito grande.”

Vale lembrar que já havia tido uma demonstração da chuva ácida em sala, bem como explicação sobre ela, fatos que contribuíram para que os estudantes elaborassem suas hipóteses. Nesse sentido, quando ocorre a junção de atividades práticas com a teoria, os discentes têm mais entendimento do assunto (QUEIROZ; MARTINS; FERNANDES, 2019).

Para que os alunos pudessem chegar a conclusões mais precisas sobre o pH das águas, ocorreu a verificação das amostras de água, sendo que foram 6 amostras de águas de casas pesquisadas, uma amostra da água da chuva do município de Irituia-PA, três águas minerais compradas no comércio local e uma amostra do bebedouro escolar (Figura 23).

As amostras das casas foram nomeadas de C1, C2, C3, C4, C5 e C6, sendo que a letra representa a palavra casa e a numeração representa as equipes. Já as três amostras das águas minerais naturais não gaseificadas compradas no comércio local receberam as seguintes nomenclaturas: AM1, AM2 e AM3.

Figura 23- Análise do pH de diferentes amostras de água pelos alunos.



Comparou-se os resultados das amostras com valores das fitas indicadoras de pH bem como a foto de escala de cores do extrato alcoólico da *A. chica*. Os resultados de pH das seis amostras de água das casas são mostrados na Tabela 2. O da chuva e da água do bebedouro na Tabela 3 e das três águas minerais na Tabela 4.

Tabela 2- Resultado de pH nas amostras de água de consumo.

Amostras	Valores de pH com <i>A. chica</i>	Valores de pH com a fita de pH
C 1	pH: 4-5	pH: 5
C 2	pH: 6-8	pH: 6
C 3	pH: 6-8	pH: 6
C 4	pH: 6-8	pH: 6
C 5	pH: 6-8	pH: 6
C 6	pH: 6-8	pH: 6

Tabela 3- Resultado de pH nas amostras de água da chuva e do bebedouro escolar.

Amostras	Valores de pH com <i>A. chica</i>	Valores de pH com a fita de pH
Água do bebedouro	pH: 6-8	pH: 6
Água da chuva	pH: 4-5	pH: 5

Tabela 4- Resultado de pH de amostras de água mineral.

Amostras	Valores de pH do rótulo	Valores de pH com <i>A. chica</i>	Valores de pH com a fita de pH
AM1	pH: 4,63	pH: 4-5	pH: 5
AM2	pH: 4,17	pH: 4-5	pH: 4
AM3	pH: 4,2	pH: 4-5	pH: 4

Vale mencionar que esses resultados não são para fazer juízo de valor da acidez ou não das águas coletadas, mas apenas para ajudar nas atividades experimentais desenvolvida em sala de aula, sendo feita de maneira comparativa para verificar o pH das águas coletadas por meio da escala de pH do extrato alcoólico da *A. chica* e a fita medidora de pH para mostrar a sua aplicabilidade em aulas práticas de conteúdo de ácidos e bases. Para se fazer um estudo ou monitoramento deve-se fazer coletas de amostras de pelo menos 6 meses para se ter um diagnóstico mais confiável.

É importante citar que muitos estudantes mencionaram que utilizam a água da torneira de suas casas não apenas para uso doméstico, mas como principal fonte de ingestão. Logo, analisar a qualidade dessa água é de suma relevância, uma vez que está diretamente associada ao bem-estar de uma comunidade. Sob tal ótica, foi verificada de maneira comparativa, que a água das torneiras das casas desses discentes apresenta o pH dentro da margem considerada aceitável segundo o que determina a portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde, a qual estabelece os padrões de potabilidade que a água precisa apresentar para estar apta ao consumo humano. Assim, de acordo com essa portaria, a água é considerada adequada para ser consumida pela espécie humana quando apresentar valor de pH entre 6 e 9,5 (BRASIL, 2021).

O que chama atenção é o resultado da amostra 01, uma vez que seu pH apresentou valor 5 com *A. chica* e com a fita de pH, mas talvez este valor esteja associado com estado das tubulações da torneira que teve a água coletada, uma vez que pH baixo tem relação com o estado de conservação das tubulações, conforme descreve Fernandes (2014).

Na análise da amostra da água do bebedouro escolar foi possível observar que ela se encontra no padrão de potabilidade adequado, conforme descreve a portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde, o que é algo muito positivo, uma vez que muitos alunos relataram que tinham um pouco de receio de ingeri-la, pois não consideravam que ela fosse “limpa”, o que é demonstrado na seguinte fala de um estudante:

- “Não bebo essa água, professora, tenho um pouco de nojo dela!”

Na verificação da água da chuva foi possível analisar com a utilização do extrato alcoólico de *A. chica* e a fita de pH que ela se encontrava levemente ácida. Nesse prisma, conforme Cruz (2020) considera-se que a chuva é ácida quando o seu pH é inferior a 5.6, isso do ponto de vista químico. Entretanto, vale relembrar que este resultado não é de monitoramento de acidez de água de chuva no município de Irituia-PA, mas apenas uma prática didática em sala de aula, até porque só foi feita uma coleta de amostra da água de chuva.

Ao analisar os três rótulos das águas minerais compradas, foi possível verificar que o pH médio nas amostras foi de 4,33, o que mostra que as águas engarrafadas analisadas estão muito ácidas e isso foi possível perceber com os valores obtidos com extrato alcoólico de *A. chica* e a fita indicadora de pH. Assim, com a análise das amostras verificadas pode-se considerar que elas não estão em conformidade com a portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde. Entretanto, são necessários estudos mais detalhados para averiguar o real grau de potabilidade dessas águas comercializadas.

Com os experimentos das análises das águas (casas, bebedouro, chuva e mineral) foi possível verificar que os resultados da faixa de pH do extrato da *A. chica* e da fita indicadora apresentaram valores de pH próximos na escala de cores, o que mostra que o referido extrato pode ser usado como indicador natural ácido-base, uma vez que ele dá resultados satisfatórios e, dessa forma, podendo ser aplicado em aulas práticas de ciências.

Ao final dessas atividades experimentais, os estudantes tiveram, novamente, que refletir e dialogar sobre a problemática proposta a fim de observar se houve entendimento sobre acidez das águas a partir da ABP. Assim, foi possível perceber que os alunos conseguiram desenvolver falas melhores acerca do problema proposto, fato que ficou comprovado nas respostas dos questionários avaliativos. Dessa forma, fica evidente que a ABP pode favorecer o EC e tornar significativo o estudo de conceitos científicos, pois promove uma aprendizagem mais contextualizada, sendo que os discentes irão ser levados a desenvolver uma capacidade investigativa para a resolução de problemas (RAIMONDI; RAZZOTO, 2020).

d) Aplicação de questionário avaliativo.

Ao fim da terceira semana de atividades, foi aplicado um questionário avaliativo (Apêndice C) a fim de verificar a aprendizagem dos alunos no tema proposto, sendo que cada estudante deveria responder a um questionário de forma individualizada. Foram aplicados 20 questionários, já que esse foi o número de estudantes presentes na sala de aula nesse dia (Figura 24).

Figura 24- Alunos respondendo o questionário avaliativo.

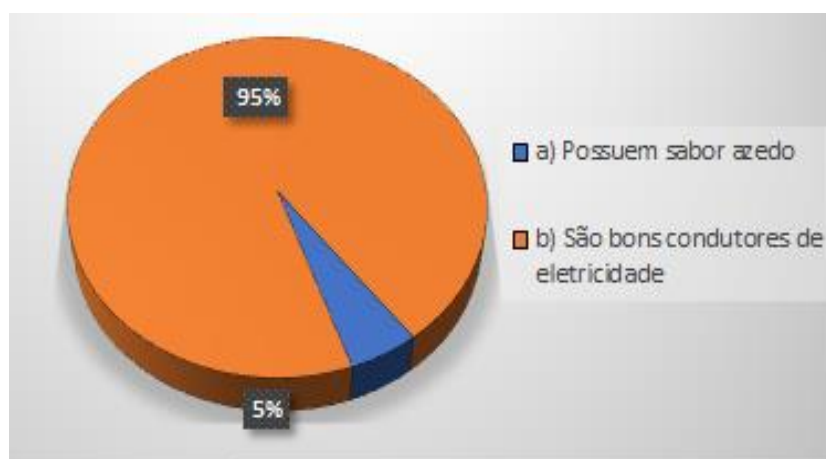


Na Figura 25 foi possível verificar as respostas da primeira pergunta, a qual perguntou qual a principal característica dos ácidos e bases, sendo que 95 % dos alunos optaram pela alternativa que afirma que são bons condutores de eletricidade, o que

mostra que esses estudantes passaram a compreender melhor o assunto depois de todas as atividades desenvolvidas.

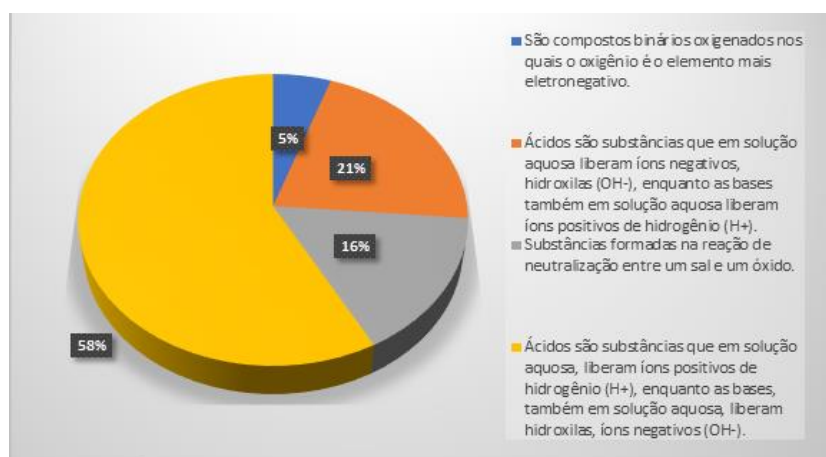
A prática de experimentação no EC contribui para atribuir significados aos conteúdos trabalhados teoricamente, o que possibilita a observação concreta da teoria auxiliando, assim, a fixação do conhecimento sobre os assuntos ministrados (SANTOS; MENEZES, 2020).

Figura 25- Qual a principal característica dos ácidos e bases?



A segunda pergunta questionou qual seria a definição de ácidos e bases para Arrhenius. No total de 20 entrevistados, 11 (58 %) marcaram a opção que os ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), ou seja, quando dissolvido em água, cada átomo de hidrogênio ficará com carga +1, enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-), sendo essa a alternativa correta, o que mostra que mais da metade dos estudantes absorveu bem o assunto (Figura 26).

Figura 26- Qual a definição de ácidos e bases, segundo Arrhenius.



A terceira pergunta questionou aos estudantes o que são indicadores ácidos e bases, em que 43 % (Figura 27) optaram pela alternativa a qual indica que são substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácida ou básica como a fenolftaleína. A resposta está correta, pois a fenolftaleína é um indicador sintético de substâncias ácidas bases, já que ela muda de cor em meio ácido e meio básico, a qual apresenta coloração rosa em meio básico e incolor em meio ácido (ALMEIDA; YAMAGUCHI; SOUZA, 2020).

A quarta pergunta buscou saber se os discentes conseguiram entender o que é acidez da água de consumo. Assim, 90 % dos estudantes assinaram que entendem o que é acidez da água de consumo (Figura 28). Esse é um ponto positivo, já que a água é essencial para a vida humana e não deve oferecer risco à saúde, dessa forma, as águas propostas para consumo que apresentam valores baixos de pH pode comprometer a saúde de quem a consome (MENDES et al., 2016). Logo, é importante que os alunos e a comunidade geral tenham esse conhecimento.

Figura 27- O que são indicadores ácidos e bases?



Figura 28- Você entende o que é acidez da água de consumo?



A quinta pergunta questionou aos estudantes se conseguiram entender sobre chuva ácida após a atividade experimental. 95 % dos entrevistados assinalaram que sim (Figura 29). Dessa forma, com essa sequência de atividades desenvolvidas, foi possível cumprir com o papel de ensinar sobre essa temática. Assim, de acordo com Teixeira (2016) apud Macedo (2019), o tema de chuva ácida já pode ser introduzido no 9º ano do ensino fundamental nas aulas de química e nas séries menores, nas aulas de geografia.

Na sexta pergunta buscou saber o interesse dos estudantes pela disciplina de ciências. 85 % assinalaram que seu entusiasmo por essa matéria é grande (Figura 30). Já na sétima e última pergunta procurou saber a opinião dos alunos acerca de usar o extrato da planta *A. chica* como indicador natural ácido-base. 80 % dos questionados consideraram interessante, pois era uma planta que só conheciam como fins medicinais (Figura 31).

Figura 29- Você conseguiu entender sobre chuva ácida após a atividade experimental?

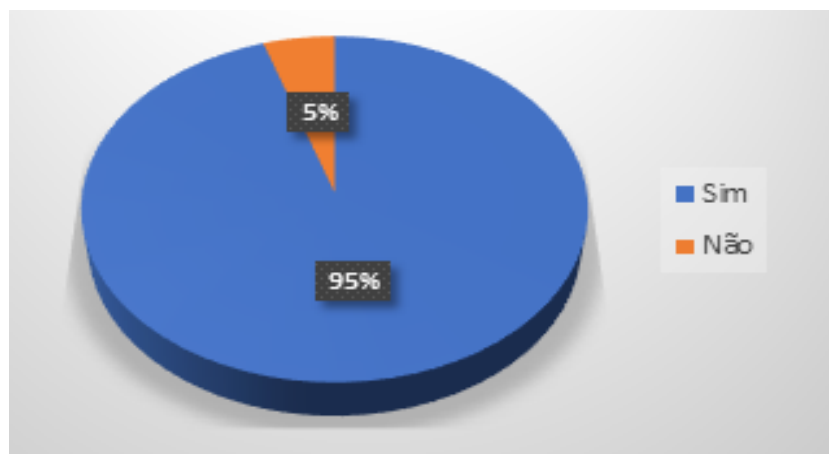
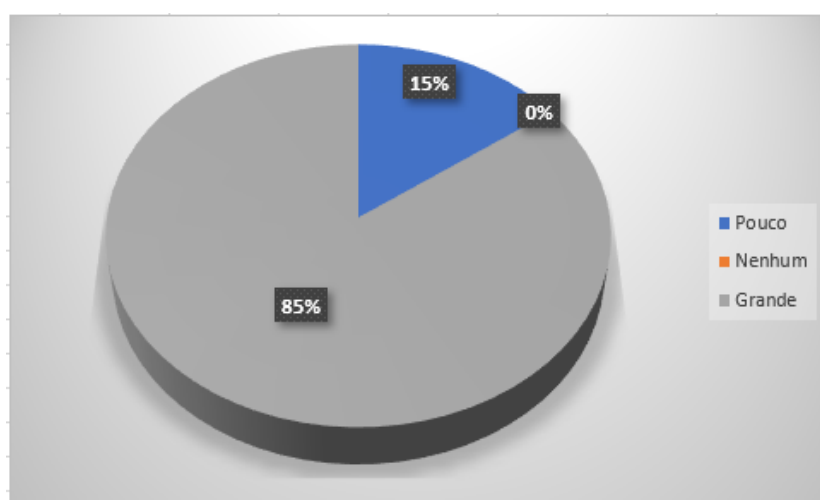
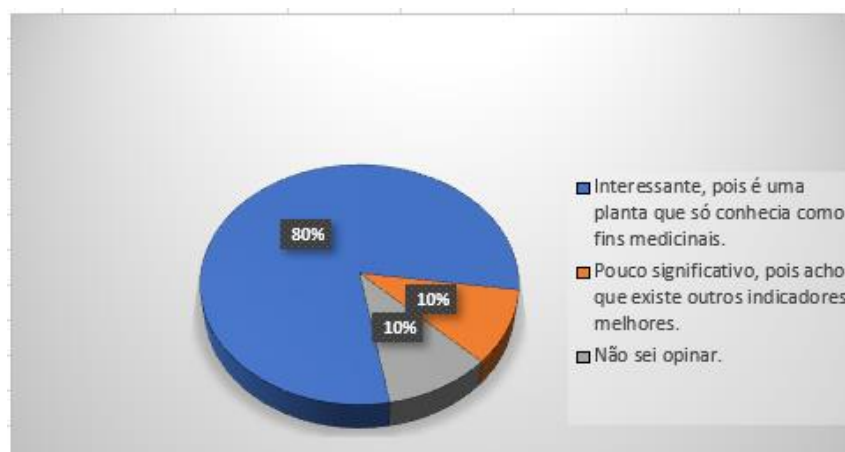


Figura 30- Qual o seu interesse pela disciplina de ciência?

Figura 31- O que você achou de usar o extrato da planta *A. chica* como indicador natural ácido-base?

Assim, o Ensino de Ciências necessita que seja contextualizado os conteúdos, sendo que eles deverão ser abordados de modo mais próximo à realidade vivenciada pelo estudante para que ele perceba as diferentes maneiras de se explorar o mesmo tema (RAMOS et al., 2020).

6.3 Resultado da aplicação do produto educacional

O produto educacional é uma cartilha didática (Apêndice G) que trata sobre a acidez da água de consumo, chuva ácida e como elaborar um indicador natural de pH a partir do extrato alcoólico da *A. chica*.

Esse material educativo foi mostrado para um grupo de 10 professores de ciências da natureza lotados na rede Estadual de Educação do Estado do Pará que lecionam em Irituia - PA, em que analisaram e responderam a um questionário (Apêndice H) que serviu na validação do produto educacional.

As duas primeiras perguntas foram relacionadas às características profissionais dos 10 professores, sendo que a primeira indagava sobre a formação acadêmica dos educadores entrevistados, já a segunda questão perguntava sobre o tempo de atuação docente. Os resultados são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5- Características profissionais dos professores

Professor	Formação	Tempo de Docência (anos)
1	Licenciatura em Ciências Naturais	10 anos
2	Licenciatura em Ciências Naturais	5 anos
3	Licenciatura em Ciências Naturais	25 anos
4	Licenciado em Ciências Naturais	8 anos
5	Licenciada em Ciências Naturais	23 anos
6	Licenciatura em Ciências Naturais	18 anos
7	Licenciatura em Biologia	29 anos
8	Licenciatura em Ciências Naturais	19 anos
9	Licenciatura em Ciências Naturais	8 anos
10	Licenciatura em Ciências Naturais	10 anos

De acordo com os dados apresentados na tabela 5, percebe-se que todos os professores participantes da pesquisa têm formação em Licenciatura em ciências naturais, o grupo tem um tempo médio de docência de 16 anos. Com estas características mencionadas, esses profissionais da educação têm capacidade de avaliar

a Cartilha Didática aqui proposta e trocar experiências para aperfeiçoamento das práticas docentes.

As perguntas 3 a 7 do questionário trataram sobre a prática docente de cada um deles.

A terceira pergunta buscou saber se nas escolas que esses professores lecionam possuía laboratórios de ciências para a realização de aulas práticas, todos os 10 docentes responderam que não.

Entretanto, conforme descreve Santos e Menezes (2020), existem diversas maneiras que podem minimizar a falta de laboratório e a não realização de atividades experimentais na maioria das escolas, pois existem experimentos que podem ser realizados com materiais simples do cotidiano e esses materiais podem ser reunidos pelos próprios alunos e, assim, realizar experimentos simples em casa, no pátio da escola, ou na sala de aula.

A quarta pergunta questionou se os docentes entrevistados consideram relevante a realização de aulas práticas para o aprendizado dos alunos. As respostas estão mostradas na Tabela 6.

Tabela 6- Opinião dos docentes sobre aulas práticas e a aprendizagem dos alunos

Professor	Respostas
1	Sim
2	É muito relevante
3	Sim
4	Sim, pois com isso as aulas tornariam mais dinâmicas e atrativas
5	Sim
6	Sim
7	Sim
8	Sim
9	Sim
10	Sim

De maneira geral, é unânime entre professores entrevistados considerarem que a inserção de aulas práticas para elucidação dos conteúdos de ciências facilita o aprendizado dos alunos. Nesse prisma, de acordo com Queiroz, Martins e Fernandes (2019), as aulas práticas são importantes para a educação, uma vez que ela ajuda a compreender diferentes processos e problemática, o que é relevante para assimilação de diversos assuntos.

A quinta pergunta questionou ao grupo de professores se na prática pedagógica eles costumam realizar algum experimento. 50 % deles afirmaram que às vezes e 50% disseram fazer experimentação constantemente em sala de aula.

Nota-se que os professores entrevistados, apesar de não haver uma infraestrutura adequada, procuram realizar práticas experimentais, sendo que fazem uso da própria sala de aula ou outro ambiente para realizar uma aula mais atrativa para os estudantes, já que em suas escolas não apresentam laboratório, conforme relatado na resposta da terceira pergunta.

Em associação a questão anterior, a sexta pergunta indagou se caso a resposta fosse sim para a quinta questão, os professores deveriam responder se notam que os alunos demonstram compreender melhor o conteúdo depois da atividade prática. As respostas estão dispostas na Tabela 7.

Tabela 7- Percepção dos professores sobre a compreensão dos assuntos por parte dos alunos após a atividade prática.

Professor	Respostas
1	Sim
2	Com certeza
3	Eles ficam mais motivados e bastante atentos
4	Sim, pois sempre há um melhor resultado quando associamos a teoria à prática
5	Sim
6	Com certeza, pois aulas práticas sempre aguçam a criatividade do aluno e fixam melhor o assunto trabalhado
7	Sim
8	Sim, pois fica melhor o entendimento para os alunos por meio das aulas práticas
9	Sim
10	Sim

Mais uma vez todos os entrevistados responderam de forma afirmativa considerando que as aulas práticas são um instrumento gerador de interesses para as aulas de ciências.

Após as seis primeiras perguntas sobre a prática docente dos entrevistados, eles responderam sobre a avaliação da cartilha didática proposta neste estudo. Assim, esses profissionais da educação analisaram os seguintes parâmetros em relação a cartilha: aparência, linguagem e clareza, contextualização dos conceitos, aplicabilidade. Sendo

que tinham como opção as palavras: Ruim, Regular, Bom ou Ótimo. As respostas são mostradas na Tabela 8.

Tabela 8- Resultado da avaliação da cartilha educativa.

Professor	Aparência	Linguagem e Clareza	Contextualização dos conceitos	Aplicabilidade
1	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
2	Bom	Regular	Ótima	Bom
3	Ótima	Bom	Ótima	Ótima
4	Ótima	Ótima	Bom	Bom
5	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
6	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
7	Ótima	Ótima	Bom	Ótima
8	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
9	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima
10	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima

A aparência, quase que de forma unânime (90 %), foi considerada ótima, o que é muito relevante, uma vez que se buscou com essa cartilha despertar a atenção dos alunos (principalmente) e de outras pessoas para a leitura e assim adquirir conhecimento sobre tópicos de ciências ambientais, tais como chuva ácida.

Assim, conforme Souza et al. (2020), as cartilhas educativas, quando aplicadas em sala de aula, ampliam a leitura dos discentes. O uso desse material didático possibilita transformar a leitura em uma prática comum, sendo que irão atuar na construção de conhecimento e potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

No quesito linguagem e clareza foi notado que os professores consideraram, de forma geral (80 %), como ótima, sendo que apenas dois avaliaram como regular ou bom. Vale mencionar que buscou colocar na cartilha uma linguagem simples para que fosse de fácil leitura. Entretanto, existe alguns termos mais complexos, tais como nomes científicos, que não podem ficar ausentes de um material que tem como finalidade ensinar sobre algo, talvez tenha sido por essa complexidade em alguns termos que a linguagem e clareza da cartilha teve avaliação regular por um professor.

Já no atributo contextualização dos conceitos de acidez e basicidade, os professores avaliaram como sendo bom (20 %) e ótimo (80%). Buscou-se apresentar na cartilha a planta *A. chica* que é muito comum na região amazônica para fins medicinais, como uma alternativa para dinamizar o ensino de ciências, por meio do uso do extrato

alcoólico dela para a verificação de acidez e basicidade de diferentes fontes de água, bem como de materiais domésticos em aulas experimentais, já que esse extrato pode ser usado como indicador natural ácido-base. Dessa forma, a cartilha apresenta um aspecto regional, em que há uma valorização da flora local e sendo utilizada para contextualizar assuntos de esfera global.

Conforme relata Medeiros e Goi (2020), o Ensino de Ciência necessita que os conteúdos científicos sejam mais contextualizados para os alunos, sendo que eles deverão ser abordados de modo mais próximo à realidade vivenciada pelo estudante para, dessa forma, se relevante para esse público.

E finalmente, sobre a aplicabilidade da Cartilha Educativa, os docentes afirmaram ser “bom” (20 %) e “ótima” (80 %). Logo, esse material didático pode ser utilizado em salas de aulas para estimular a transmissão de tópicos de ciências de maneira mais atrativas para os estudantes, na visão desses profissionais da educação.

Para finalizar foi solicitado que os professores fizessem suas considerações, comentários ou dessem sugestões em relação a cartilha educativa.

Do professor 1: *“Parabéns pelo excelente trabalho!”*

Do professor 2: *“Achei bem interessante, ela se utiliza de uma planta muito conhecida na Amazônia para tratar de um tema relevante que poucas pessoas colocam em prática em seu dia a dia. Embora ela apresente termos técnicos que podem a princípio confundir os alunos, ela se faz necessária nos estudos teórico-práticos do tema em questão.”*

Do professor 3: *“Foi satisfatória fico feliz em ter contribuído...”*

Do professor 4: *“A cartilha apresenta uma linguagem bem acessível tanto para o Ensino Médio quanto para o Fundamental. Utilizar uma planta regional ficou perfeito, pois é algo que o aluno tem ao seu alcance, alguns até tem têm no quintal de casa. A ilustração ficou perfeita bem "atrativa". Sugiro que disponha também nos meios digitais.”*

Do professor 5: *“Excelente material, linguagem de fácil acesso para alunos do ensino fundamental. Ótimo para se trabalhar nas aulas de Ciências.”*

Do professor 6: *“Achei muito importante a elaboração desta cartilha para utilização em sala de aula, pois é uma ótima ferramenta para o ensino aprendizagem, sua*

aplicação visa uma melhor compreensão da importância da avaliação da acidez da água em nossa vida e no cotidiano. Muito interessante.”

Do professor 7: *“Parabéns pelo trabalho! A cartilha está bem interessante!”*

Do professor 8: *“Essa cartilha está muito bem elaborada e seu conteúdo está muito bem explicado, suas atividades para executar em sala com os alunos está muito bem elaborada, parabéns aos autores dessa cartilha um verdadeiro trabalho pedagógico.”*

Do professor 9: *“Deixo os meus parabéns! A iniciativa é de extrema relevância para o ensino de ciências.”*

Do professor 10: *“Achei muito interessante, pois trata de temas importantes, como a chuva ácida, além de ter uma linguagem acessível que poderia muito bem ser usada em sala de aula!”*

Pela avaliação dos professores, a cartilha educativa foi considerada, de maneira geral, ótima, o que é algo muito positivo, já que ela foi pensada no sentido de dinamizar o ensino e aprendizagem em tópicos de ciências ambientais, tais como chuva ácida e acidez da água de consumo. Dessa forma, esse produto educacional pode ser usado para tornar as aulas de ciências mais dinâmicas e os conteúdos menos abstratos, uma vez que nela há uma aproximação com a realidade do público envolvido, o que faz com que o processo de conhecimento seja muito significativo. Logo, aquele que fizer uso desse produto didático poderá estabelecer uma relação entre os conceitos teóricos e sua realidade.

7 CONCLUSÕES

Este estudo buscou verificar se o extrato alcoólico da planta *A. chica* poderia ser usado como indicador natural ácido-base para contextualizar o ensino de ciências ambientais dentro da proposta da ABP. Foi observado que o extrato alcoólico da folha desse vegetal apresenta-se como um bom indicador ácido-base, o que pode vir a ser um substituto para os indicadores sintéticos, os quais muitas vezes os docentes e estudantes não tem acesso. Esse indicador pode ser utilizado para verificar a acidez ou basicidade de diferentes amostras de água, sendo que servirá para ajudar as pessoas a testar a potabilidade desse recurso mineral por meio da verificação visual do parâmetro químico pH. Além disso, esse indicador natural ao ser aplicado em diferentes materiais de uso doméstico faz com que os estudantes percebam mudança de coloração entre substâncias consideradas ácidas ou básicas, o que fará com eles entendam que esse conteúdo está presente em seu dia a dia, dinamizando, assim, o aprendizado em tópicos importante de ciências ambientais, tais como acidez da água de consumo e chuva ácida.

Outro fator interessante foi que os resultados obtidos com o extrato alcoólico das folhas da espécie *A. chica* apresentaram excelente estabilidade térmica, o que faz com ele possa ser utilizado como novo indicador natural ácido-base, de fácil acesso e baixo custo. Dessa forma, ele pode servir para facilitar a associação entre teoria e a prática no ensino de ciências, vindo a ser um novo recurso didático para o estudo de ácido-base bem como conteúdos relacionados, tornando uma proposta viável na Educação Básica.

Buscou-se analisar o pH da água de consumo dos estudantes por meio do indicador natural de *A. chica*. Nesse prisma, foi verificada de maneira comparativa, que a água das torneiras das casas dos discentes e a água do bebedouro escolar apresenta o pH dentro da margem considerada aceitável segundo o que determina a portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Contudo, as amostras das três águas minerais engarrafadas compradas no comércio local, estão muito ácidas e isso foi possível perceber na descrição dos rótulos e também com os valores obtidos com extrato alcoólico de *A. chica* e a fita indicadora de pH, os quais indicaram que as amostras dessas águas verificadas não estão em conformidade com a portaria estabelecida pelo Ministério da Saúde.

Além disso, pretendeu-se verificar a acidez da água da chuva por meio do indicador natural do extrato alcoólico da *A. chica* para, assim, poder trabalhar os conceitos de chuva ácida com os estudantes. Na verificação da água da chuva foi possível perceber que ela se

encontrava levemente ácida, a qual apresentou um de pH inferior a 5.6. Entretanto, é preciso outros estudos para monitorar acidez dessa água de chuva no município de Irituia-PA, já que só foi feito uma coleta de amostra da água de chuva que tinha como meta apenas ser uma prática didática em sala de aula.

Também foi observado que os estudantes tiveram uma melhora de suas respostas após todas as atividades desenvolvidas, o que comprova que houve uma maior assimilação do conteúdo por esses discentes. Já em relação a cartilha didática que foi apresentada aos professores como recurso didático para o ensino de tópicos de ciências ambientais, foi notado que ela foi muito bem aceita pelos docentes entrevistados, o que demonstra que esse produto educacional pode ser usado para contribuir na prática docente do professor de ciências da natureza, sendo que ajudará a melhorar no ensino e aprendizagem de tópicos de ciências ambientais.

Como trabalho futuro e de continuidade deste, sugere-se uma melhor investigação do aprendizado dos alunos verificando as notas obtidas de uma avaliação de ácidos e bases antes e depois do uso da Cartilha Educativa. Além disso, propõem melhores análises das águas aqui pesquisadas para que se tenha resultados mais precisos sobre o pH e outros parâmetros.

Por fim, destaca-se que o desenvolvimento desta pesquisa foi significativo para esta autora, a qual despertou um interesse em propiciar aulas cada vez melhores para seus alunos, pois, de acordo com Paulo Freire, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou sua construção”.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. G. *et al.* Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n. 2, p. 20-26, 2017.
- ALMEIDA, C. S.; YAMAGUCHI, K. K. L.; SOUZA, A. O. O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e175997243-e175997243, 2020.
- ALVES, M. S. M. *et al.* Análise farmacognóstica das folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt., Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 215-221, 2010.
- ARAÚJO, E. F. **Qualidade da água utilizada para o consumo em escolas públicas municipais de Monteiro-PB**. 2016. 45f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Biosistemas) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé - PB, 2016.
- ARAYA, A. M. O.; OLIVEIRA, R. A. L. C.de. Aprendizagem baseada em problemas e o ensino do conceito de geração de energia elétrica. **Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. e202103-e202103, 2021.
- AZEVEDO, B. R. M.; ALMEIDA, Z. S.de. Percepção ambiental e proposta didática sobre a desmistificação de animais peçonhentos e venenosos para os alunos do ensino médio. **Acta Tecnológica**, v. 12, n. 1, p. 97-108, 2018.
- BARBOSA, Y. L. N. *et al.* Proposta de material didático de uso complementar para o ensino de história da química em turmas de 1º ano do ensino médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 88346-88358, 2021.
- BIRKHEUER, C. F. *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 134- 145, 2017.
- BLANK, D. E.; VIEIRA, J. G. Caracterização físico-química e microbiológica de água de poços rasos do bairro três vendas, Pelotas, RS. **Vetor**, Rio Grande, v. 24, n. 1, p. 2-17, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, DF: Secretaria da Educação Básica. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. acesso em 11 dez 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria Nº 888 do Ministério da Saúde**, de 04 de maio de 2021. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília/DF, 2021.

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 54-60, 2018.

BUENO, A. J. A. *et al.* Atividades práticas/experimentais para o Ensino de Ciências além das barreiras do laboratório desenvolvidas na formação inicial de professores. **REnCiMa**, v. 9, n.4, p. 94-109, 2018.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm**, v. 40, n. 1, p. 116-138, 2011.

CARVALHO, H. N. de. *et al.* A experimentação no ensino de ciências: utilizando a química como proposta para experimentação no mestrado de ensino de ciências. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 01, p. 52-64, 2018.

CARVALHO FILHO, R. S. M.; PEREIRA, J. C. A.; ASSIS, J. B.de. Chapéu-de-napoleão (thevetia peruviana (pers.) k. schum): novo indicador natural ácido-base. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e101101220263-e101101220263, 2021.

CARVALHO FILHO, R. S. M. *et al.* Estudo da estabilidade térmica de novos indicadores naturais. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 12, n. 30, p. 74-85, 2022.

CARVALHO FILHO, R. S. M. *et al.* Thunbergia erecta (Thunbergia erecta (Benth.) T. Anderson): Novo Indicador Natural Ácido-Base Para o Ensino de Química Thunbergia erecta (Thunbergia erecta (Benth.) T. Anderson): New Natural Acid-Base Indicator for Teaching Chemistry. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 93141-93150, 2021.

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018.

COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. O Ensino de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental: a experimentação como possibilidade didática. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. e22861071, 2019.

CORREIA, S. E. N. *et al.* Aplicativo Android para classificação de fitas indicadoras de pH. **Revista Principia**, [S.l.], n. 45, p. 122-130, jul. 2019. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/2383>. Acesso em: 17 Abr. 2022.

CRUZ, E. S. **Temas transversais da química ambiental e história em quadrinhos como ferramentas pedagógicas para o ensino de ácidos e bases**. 2020. 123f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

DIAN, V. S. *et al.* Manual de aulas práticas como recurso didático para o ensino de história e ciências no ensino fundamental II. **Cadernos Camilliani**, v. 15, n. 3-4, p. 722-737, 2021.

DUARTE, A. A. L. *et al.* A relevância das cartilhas socioambientais a partir da interação Sociedade e Universidade. **Terceira Margem Amazônia**, v. 6, n. 15, p. 256-270, 2020.

FERNANDES, L. A. **Avaliação microbiológica e físico-químicas da qualidade da água para o consumo humano na província do planalto central-Huambo-Angola.** 2014. 76f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.

FERNANDES, M. J. S. *et al.* As cores e o ensino de química: experimentação com indicadores naturais para o ensino de ácidos e bases. **Revista Eletrônica da Faculdade Invest de Ciências e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2021.

FIRMINO, E. S. *et al.* Indicadores ácido-base produzidos com materiais de baixo custo para uso no Ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 8, p. e45881257, 2019.

FONSECA, A. M. *et al.* Avaliação de extratos etanólicos da borra de café como indicadores de pH. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, p. 73-81, 2019.

FORMIGOSA, A. S. *et al.* Intervenção no ensino-aprendizagem e elaboração de um material didático em Zoologia com ênfase em peixes para alunos do Ensino Fundamental, Santana/AP. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 4, p. 48-54, 2018.

FRAGUAS, T.; GONZALEZ, C. E. F.; MARQUES, R. Vírus: sequência didática para o ensino de ciências pós pandemia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 596-611, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 18 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 165p. (Coleção leitura).

FREITAS, F. F. Construção de um biodigestor didático para a Estação Ciências do Parque Tecnológico de Itaipu. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v.9, n.2, p.65-74, 2018.

FURTADO, L. S.; BRITO, L. P.de; ALMEIDA, A. C. P. C.de. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a metodologia da aprendizagem baseada em problemas: um ensaio sobre as possibilidades para a promoção da educação científica na educação básica. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 9, n. 20, p. 220-249, 2021.

GERALDO, E. O. **Análise de águas subterrâneas**: importância da análise de água das principais nascentes utilizadas para consumo no município de Iguatama-MG. 2015. 43f. Monografia (Graduação em Biomedicina) - Fundação Educacional Vale do São Francisco - Escola Superior em Meio Ambiente, Iguatama-MG, 2015.

GERHARD, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-34.

GESSER, K. C.; ALVES, A. Customização e redução de custo em um produto de medição de pH. **Revista Ilha Digital**, v. 7, p. 104-115, 2018.

GUERRA, M. H. F. S. *et al.* Uma abordagem das atividades experimentais no Ensino de Química: uso da flor *Ixora Chinensi* como indicador ácido-base. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 834-847, 2018.

GOMES, D. S. O uso da experimentação no ensino das aulas de ciências e biologia. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 3, p. 103-108, 2019.

GONÇALVES, A. C. S. *et al.* Estudo de caso: reflexões sobre a importância da experimentação no ensino básico de química. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7896-7910, 2021.

HIPOLITO, D. D. C. de *et al.* Caracterização da água residuária proveniente de usina sucroalcooleira antes e após tratamento. **Revista Expressão da Estácio**, v. 5, n. 1, p. 93-109, 2021.

HOLANDA, L. M. M. *et al.* Utilização do kit móvel de análise de água como ferramenta de ensino para conteúdo de Química do 2º ANO do ensino médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6178-6191, 2021.

JORGE, M. P. **Atividade cicatrizante do extrato bruto de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verlot**. 2018. 118f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências Médicas, Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008p.

KERIO, L.C. *et al.* Characterization of anthocyanins in Kenyan teas: Extraction and identification. **Food Chemistry**, v. 131, p. 31-38, 2012.

LIMA, M. L. F. *et al.* Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): relato de uma experiência no ensino de ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 2, p. 176-191, 2021.

LIMA, R. A. *et al.* A importância das plantas medicinais para a construção do conhecimento em botânica em uma escola pública no município de Benjamin Constant-Amazonas (Brasil). **Revista Ensino de Ciências e Humanidades-Cidadania, Diversidade e Bem Estar-RECH**, v. 3, n. 2, p. 478-492, 2019.

MACEDO, A. C. **O extrato de açaí como indicador ácido-base: um manual didático para experimentos com água de chuva no ensino da química.** Belém- PA. 2019. 99f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

MACÊDO, C. S.; ALMEIDA, V. O. Limites e possibilidades da aprendizagem baseada em problemas (ABP) no ensino de ciências. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, p. 91-114, 2018.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. **Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade.** Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA), Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MAPA de **localização do município de Irituia** – PA. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Irituia,+PA,+68655-000/@-1.7728695,-47.4504091,2943m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x92aff60f4ddc57f:0x687da36cc8abe028!8m2!3d-1.7699313!4d-47.4383927!16s%2Fg%2F11bxfvrby>. Acesso em: 05 mar 2022.

MARTINS, H. H. T. S. **Metodologia qualitativa de pesquisa.** Educação e pesquisa, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MATIAS, A. O. *et al.* Análise da Qualidade da Água de Três Propriedades Rurais do Município de Floriano-Piauí. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 17-23, 2019.

MAZZEU, L. D.; OLIVEIRA, I. A.; ANDRADE, P. P. Efeito do pH da calda de pulverização do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas do cafeeiro. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 3, n. 1, p. 94-109, 2021.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. A Resolução de Problemas como uma metodologia investigativa no Ensino de Ciências da Natureza. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e49911579-e49911579, 2020.

MELO, C. C.de; OLIVEIRA, R. C. B.de; SOUZA, A. N. de. Utilização de experimentação como aporte em atividades problematizadoras para a significação de conceitos químicos no Ensino Básico. **Debates em Educação**, v. 11, n. 24, p. 84-105, 2019.

MELO, M. S.; SILVA, R. R. Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. **Revista Exitus**, v. 9, n. 5, p. 301-330, 2019.

MENDES, M. P. *et al.* Avaliação da qualidade da água dos bebedouros da Universidade do Estado do Pará na cidade de Belém Pará, Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, p. 1-7, 2016.

MOLDOVAN, B. *et al.* Degradation kinetics of anthocyanins from European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) fruit extracts. Effects of temperature, pH and storage solvent. **Molecules**, v. 17, n. 10, p. 11655-11666, 2012.

MOREIRA, M. F. *et al.* Manejo de mudas de teca e prospecção fitoquímica para avaliação do potencial indicador de pH. **Scientia Forestalis**, v.50, p. e3908, 2022.

MORIN, E. *et al.* **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, p.61, 2014.

OLIVEIRA, D. P. C. *et al.* Atividade antiinflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl. sobre o edema induzido por venenos de serpentes amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 643-649, 2009.

OLIVEIRA, D. T.de; OLIVEIRA, F. V.de; CANDITO, V. Aprendizagem Baseada em Problemas, aliada a temática “chás”, no ensino de funções orgânicas: uma intervenção do PIBID na escola. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 585-595, 2021.

OLIVEIRA, F. V.de *et al.* A aprendizagem baseada em problemas (ABP) articulada à formação inicial e continuada de professores de química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e551985642-e551985642, 2020.

OLIVEIRA, S. M. S.de *et al.* Análises físico-químicas da água utilizada em um hospital público no município de Quixeramobim, Ceará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 89602-89609, 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, W. B.de; SILVA, H. H. N. Educação de jovens e adultos na 4ª etapa e a importância da experimentação no ensino de ciências. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 2, p. 21-27, 2022.

PAULA, J. T. **Obtenção de extratos de folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. Bonpl.) Verlot por extração fracionada em leito fixo a alta pressão usando dióxido de carbono supercrítico, etanol e água como solventes**. 2013. 157f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

PEREIRA, F. B.; LIMA, S. A.de. Leitura e ensino de ciências: estratégias de leitura para o gênero textual mapa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 33-47, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRITUIA. **História de Irituia**. O Município. Disponível em <https://www.irituia.pa.gov.br/ir/modal?ptg=536>. Acesso em 23 abril 2022.

QUEIROZ, D. L.; MARTINS, A. C.; FERNANDES, C. C. Determinação de pH: utilização de materiais alternativos para ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 1, p. 51-59, 2019.

RAIMONDI, A. C.; RAZZOTO, E. S. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Analítica Qualitativa. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 36-48, 2020.

RAMOS, F. P. *et al.* Alfabetização Científica e as visões deformadas no Ensino de Ciências: algumas reflexões sobre os discursos de professores de Física. **REnCiMa**, Cruzeiro do Sul, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2020.

RIBEIRO, A. F. C. **Avaliação das atividades antiinflamatória, antiangiogênica e antitumoral de extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot.** Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2012, 92p.

RIGUE, F. M.; AMESTOY, M. B.; CORRÊA, G. C. O Ensino de Ciências e a Formação de Professores: A criança e a alfabetização científica. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 10, p. e348101390, 2019.

RODRIGUES, A. L. A.; BUENO, S. M. Análise físico-química e microbiológica de água potável em diferentes pontos de coleta da cidade de São José do Rio Preto-SP. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2019.

RODRIGUES, G. M. C.; PEDROSO, E. M. M. M. A importância da aplicabilidade de metodologias ativas no componente curricular de ciências da natureza. **Revista de Iniciação Científica da Libertas**, v. 10, n. 1, p. 74, 2020.

ROSA, M. S.; LEÃO, M. F. Aprendizagem baseada em problemas e o ensino de ciências: levantamento da produção científica publicada no ENPEC. **Pesquisa em Foco**, v. 24, n. 1, p. 83-102, 2019.

SALIU, F.; DELLA PERGOLA, R. Carbon dioxide colorimetric indicators for food packaging application: Applicability of anthocyanin and poly-lysine mixtures. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 258, p. 1117-1124, 2018.

SANTOS, L. R. dos; MENEZES, J. A.de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SANTOS, R. P. **Extração, caracterização e avaliação bioativa do extrato de *Arrabidaea chica*.** 2015. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - RN, 2015.

SILVA, A. C.; AMARANTE, C. Determinação de metais nas folhas e chás de pariri (*Arrabidaea chica*), por espectroscopia de absorção atômica, oriundas da feira do Ver-o-Peso e distrito de mosqueiro (PA). **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 1-15, 2019.

SILVA, K. J. O.; TEIXEIRA, C.; PEREIRA, F. L. Construção e utilização de modelos didáticos de *Pediculus humanus capitis* para discussão sobre pediculose em uma escola do campo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 207-226, 2020.

SILVA, K. A. G. *et al.* Aprendizagem baseada em problemas (ABP) no ensino fundamental: uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 21, n. 3, p. 244-249, 2020.

SILVA, R. J. *et al.* O ensino de ácidos e bases a partir do indicador natural produzido com açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Revista Extensão & Cidadania**, v. 5, n. 9, 10, p. 1-13, 2018.

SILVA, R. M. da; RIBEIRO, R. T. M. Proposta de uma atividade experimental para a determinação do ph no ensino fundamental. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p. 182, 2018.

SILVA, W. A. da. *et al.* A utilização do indicador natural para a aplicação de uma atividade experimental no ensino de química. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 16859-16871, 2020.

SILVA, W. J; MACEDO, G. E. L.da. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para o ensino de botânica em aulas de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 508-519, 2021.

SOUSA, I. M. O. **Avaliação da estabilidade do extrato seco e formulações de bases semi sólidas, contendo *Arrabidaea chica* verlot, para uso em cicatrização.** 2013. 146f. Dissertação (Mestrado em Biociências e Tecnologia de Produtos Bioativos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SOUZA, A. C. M. *et al.* Ensino de ciências a partir de uma cartilha educativa: um estudo sistemático do poder das plantas curativas. **Educação e (Trans) formação**, v. 5, n. 2, p. 34-47, 2020.

SOUZA, A. C. M.; SANTOS, K. L. dos; GUIMARÃES, W. N. R. Água e Cidadania: Construção de Cartilha Digital no Ensino De Ciências. **Divers@!**, v. 11, n. 2, p. 84-91, 2019.

SOUZA, C. B. S. de; SOUZA, L. S. de. O Que se Discute sobre Leitura e Ensino de Ciências na Educação Básica: uma Análise das Pesquisas Apresentadas no ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, n. 21, p. e26792-36, 2021.

SOUZA, G. H. C.de *et al.* Análise da qualidade de amostras de Pariri (*Arrabidaea chica*) comercializadas em Belo Horizonte- MG. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e29711326663-e29711326663, 2022.

TAFFARELLO, D. **Extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) verlot obtidos por processos biotecnológicos: otimização da extração e avaliação farmacológica.** 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de São Paulo, São Paulo, 2009.

VASQUES, J. D. V.; SILVEIRA, C. V.; REIS, P. R. Uso de indicador natural de pH como alternativa para o ensino de química na comunidade indígena do trovão, na região no alto rio negro. **Revista IGAPÓ-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 12, n. 1, p. 12-21, 2018.

APÊNDICE A

TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO

CARTA DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Aceito que a pesquisadora **VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA**, pertencente ao Curso de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais nível de Mestrado Profissional (PROFCIAMB) do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, desenvolva sua pesquisa intitulada **O POTENCIAL DO PARIRI (ARRABIDAEA CHICA) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**, sob a orientação da professora Dra. Simone de Fátima Pinheiro Pereira, vinculado ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais da UFPA – Coordenadora do LAQUANAM.

Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nessa pesquisa, concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento, desde que seja assegurado o que segue:

- 1) O cumprimento das determinações éticas da Resolução CNS nº 466/2012;
- 2) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- 3) Que não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nessa pesquisa;
- 4) No caso do não cumprimento dos itens acima, a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

O referido projeto será realizado na Escola Estadual De Ensino Fundamental e Médio Professora Maria Conceição Malheiro localizada no município de Irituia -PA e poderá ocorrer somente a partir da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará.

Irituia 24/10/2022


 Rafael Moraes de Araújo
 Vice-Diretor
 Port. Nº 8617/2021-18º URE

Assinatura do responsável pela instituição

Nome: Rafael Moraes de Araújo
 Cargo na instituição: Vice-Diretor
 E-mail: rafaelmoraesufpa1988@gmail.com
 Telefone: (91) 99136-2470

APÊNDICE B**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS****TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) COMO
PARTICIPANTE DA PESQUISA**

Eu, VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA, convido você a participar do estudo O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. Informamos que seu pai/mãe ou responsável legal permitiu a sua participação. Pretendo saber como a planta pariri pode ajudar no seu entendimento sobre o assunto acidez e basicidade de substâncias. Gostaria muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. A pesquisa será feita na sua escola (Professora Maria Conceição Malheiros), onde vocês irão realizar atividades práticas e experimentais para analisar o grau de acidez ou basicidade de materiais do seu uso doméstico, tais como vinagre e água sanitária. Para isso, será usado o extrato alcóolico da planta pariri para fazer essa verificação, ele é considerado seguro, mas é possível ocorrer riscos caso você acidentalmente ingira. A sua participação é importante, pois vai ajudar com que haja uma análise da planta pariri como indicador natural ácido-base, o que vai possibilitar que professores a utilizem como material para dinamizar suas aulas de ciências. As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados em revista científica, mas sem identificar (dados pessoais, vídeos, imagens e áudios de gravações) dos participantes (crianças/adolescentes). Em caso de dúvidas sobre a pesquisa você poderá em contato com essa pesquisadora, via e-mail (vanderlane.silva@ig.ufpa.br) e, inclusive, sob, através do seguinte contato telefônico: (91) 993396096. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO
PARTICIPANTE DA PESQUISA:**

Eu,....., aceito participar da pesquisa O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsáveis legais. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da pesquisa/estudo. Informo que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário.

Irituia, de de

Assinatura por extenso do(a) participante

Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

Pesquisadora: VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA

E-mail: derlanesilva@hotmail.com ou vanderlane.silva@ig.ufpa.br

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

APÊNDICE C
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS
RESPONSÁVEIS DOS ALUNOS

Título do estudo: O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisador responsável: VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA

Instituição/Departamento: Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará

Telefone e endereço postal completo: (91) 32017476. Rua Augusto Corrêa, 01, Campus Guamá, Belém- PA.

Local da coleta de dados: Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Maria Conceição Malheiro.

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

Eu VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA, responsável pela pesquisa: O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS solicito sua autorização para que seu filho participe como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende identificar as propriedades indicadoras ácido-base do extrato vegetal da espécie *A. chica*, tendo em vista sua utilização como indicador natural para teste de acidez ou basicidade da qualidade da água de consumo no ensino de ciências. Acreditamos que ela seja importante porque o extrato da planta *A. chica* (Pariri) pode para aproximar tópicos científicos com o cotidiano dos estudantes por meio de atividades práticas, uma vez que ela pode ser utilizada como um indicador natural. Assim, o extrato dessa planta poderá auxiliar no estudo didático em tópicos de ciências, tais como qualidade da água e acidez e basicidade, o que pode deixar o ensino de ciências mais significativo para os estudantes. A finalidade deste trabalho é criar novos recursos didáticos e incentivar os educadores a criarem novas estratégias pedagógicas e contribuir para a aprendizagem dos alunos.

A participação do seu filho acontecerá da seguinte forma:

1 - Responder questionários.

2- Fazer experimentação em sala de aula utilizando o extrato alcoólico de *A. chica*.

A participação dos estudantes ajudará a melhorar o ensino e aprendizagem de ciências, sendo que fará com que eles consigam relacionar tópicos científicos

trabalhados em sala de aula com seu cotidiano, pois vão fazer uso da planta *A. chica* (Pariri) para verificar o pH de diferentes materiais de uso doméstico, bem como a qualidade da água.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos: invasão de privacidade, tomar o tempo ao responder o questionário, revitalizar o autocontrole ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelado. Os benefícios que esperamos com estudo é auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de ciências da natureza por meio de um indicador natural ácido-base, o qual irá ser feito a partir de uma planta que é comum em muitas casas amazônicas que é *A. chica* (Pariri).

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com a pesquisadora ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Você tem garantida a possibilidade de não autorizar que seu filho participe ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação do aluno, o qual sou responsável é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais o aluno será submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresse minha concordância em autorizar participação do meu ente deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do responsável

Email: derlanesilva@hotmail.com ou vanderlane.silva@ig.ufpa.br
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, N° 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

=====

APÊNDICE D



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
 NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
 AMBIENTAIS



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS
 PROFESSORES**

Título do estudo: O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisador responsável: VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA

Instituição/Departamento: Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará

Telefone e endereço postal completo: (91) 32017476. Rua Augusto Corrêa, 01, Campus Guamá, Belém- PA.

Local da coleta de dados: Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Maria Conceição Malheiro.

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFGPA). Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

Eu VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA, responsável pela pesquisa: O POTENCIAL DA *ARRABIDAEA CHICA* (PARIRI) COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS o convidamos a participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende identificar as propriedades indicadoras ácido-base do extrato vegetal da espécie *A. chica*, tendo em vista sua utilização como indicador natural para teste de acidez ou basicidade da qualidade da água de consumo no ensino de ciências. Acreditamos que ela seja importante porque o extrato da planta *A. chica* talvez seja uma boa estratégia para aproximar tópicos científicos com o cotidiano dos estudantes por meio de atividades práticas, uma vez que ela pode ser utilizada como um indicador natural, já que apresenta antocianina. Assim, essa planta poderá auxiliar no estudo didático em tópicos de ciências, tais como qualidade da água e acidez e basicidade, pois ela pode, de repente, substituir os indicadores artificiais, os quais, muitas vezes, os alunos e os educadores não têm acesso. Para sua realização esse estudo será desenvolvido em 3 etapas:

- 1 - Preparação do extrato alcoólico de *A. chica* para determinação da faixa de pH.
- 2- Implementação do extrato alcoólico de *A. chica* aplicando a metodologia do Aprendizado Baseado em Problema (ABP).
- 3- A composição do produto educacional.

Sua participação constará na validação do produto educacional, em que será uma cartilha didática que abordará sobre a acidez da água de consumo e como elaborar um indicador natural de pH a partir do extrato alcoólico da *A. chica*. Esse material didático ajudará na prática de atividades práticas no ensino e aprendizagem de tópicos de ciências ambientais e tópicos de ciências da natureza. Para isso, você responderá um questionário brevemente estruturado para analisar sua opinião acerca do produto educacional, bem como testar a real possibilidade de aplicá-lo em suas aulas.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos: invasão de privacidade, tomar seu tempo ao responder o questionário, revitalizar o autocontrole ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelado. Os benefícios que esperamos com estudo é auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de ciências da natureza por meio de um indicador natural ácido-base, o qual irá ser feito a partir de uma planta que é comum em muitas casas amazônicas que é *A. chica*.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do professor voluntário

Email: derlanesilva@hotmail.com ou vanderlane.silva@ig.ufpa.br
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, Nº 1. Faculdade de Enfermagem do ICS - Sala 13 - Campus Universitário, Bairro: Guamá. CEP: 66075-110 - Belém - Pará. Tel: (91) 32017735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

=====

APÊNDICE E



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS



QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS - TESTE DIAGNÓSTICO

Objetivo: Verificar a compreensão dos alunos sobre o tema ácidos e bases.

Referente ao tema ácidos e bases, assinale as alternativas que julgue melhor atender aos requisitos dos enunciados abaixo:

1. Qual a principal característica dos ácidos e bases?
 - a) Possuem sabor azedo
 - b) São bons condutores de eletricidade
 - c) Possuem sabor adstringente
 - d) Não são bons condutores de eletricidade
2. Entre os elementos abaixo, qual é considerado ácido?
 - a) Vinagre
 - b) Soda cáustica
 - c) Água sanitária
 - d) Banana verde
3. Qual a definição de ácidos e bases, segundo Arrhenius?
 - a) São compostos binários oxigenados nos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.
 - b) Ácidos são substâncias que em solução aquosa liberam íons negativos, hidroxilas (OH^-), enquanto as bases também em solução aquosa liberam íons positivos de hidrogênio (H^+).
 - c) Substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido
 - d) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-).
4. O que são indicadores ácidos e bases?
 - a) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é sal ou óxido de acordo com o seu pH.
 - b) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácida ou base como a fenolftaleína.
 - c) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é básica ou óxido de acordo com o seu pH.

- d) São substâncias que não alteram a cor de uma solução ácida ou básica como o azul de bromotimol.
5. Você entende o que é acidez da água de consumo?
- a) Sim
 - b) Não
6. Você entende o que é chuva ácida? Conseguiria explicar para os seus colegas?
- a) Sim
 - b) Não
7. Qual o seu interesse pela disciplina de ciência?
- a) Pouco
 - b) Nenhum
 - c) Grande
8. O que você acha que deveria ser melhorado nas aulas de Ciências?
- a) Definições teóricas;
 - b) Práticas experimentais;
 - c) Relacionar o conteúdo com o nosso cotidiano;
 - d) Nada

APÊNDICE F



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS



TESTE AVALIATIVO – QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS

Objetivo: Verificar a compreensão dos alunos após a atividade experimental sobre o tema ácidos e bases.

Referente ao tema ácidos e bases, assinale as alternativas que julgue melhor atender aos requisitos dos enunciados abaixo:

1. Qual a principal característica dos ácidos e bases?
 - a) Possuem sabor azedo
 - b) São bons condutores de eletricidade
 - c) Possuem sabor adstringente
 - d) Não são bons condutores de eletricidade
2. Qual a definição de ácidos e bases, segundo Arrhenius?
 - a) São compostos binários oxigenados nos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.
 - b) Ácidos são substâncias que em solução aquosa liberam íons negativos, hidroxilas (OH^-), enquanto as bases também em solução aquosa liberam íons positivos de hidrogênio (H^+).
 - c) Substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido.
 - d) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam íons positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-).
3. O que são indicadores ácidos e bases?
 - a) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é sal ou óxido de acordo com o seu pH.
 - b) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é ácida ou base como a fenolftaleína.
 - c) São substâncias químicas que quando adicionadas a uma solução, indicam se ela é básica ou óxido de acordo com o seu pH.
 - d) São substâncias que não alteram a cor de uma solução ácida ou básica como o azul de bromotimol.
4. Você entende o que é acidez da água de consumo?
 - a) Sim
 - b) Não
5. Você conseguiu entender sobre chuva ácida após a atividade experimental?

- a) Sim
- b) Não

6. O que você achou de usar o extrato da planta *A. chica* como indicador natural ácido-base?

- a) Interessante, pois é uma planta que só conhecia como fins medicinais.
- b) Pouco significativo, pois acho que existem outros indicadores melhores.
- c) Não sei opinar.

APÊNDICE G

CARTILHA EDUCATIVA

CARTILHA DIDÁTICA


Pariri: indicador natural para análise de pH de diferentes águas

VANDERLANE SUELEN DA SILVA E SILVA
SIMONE DE FÁTIMA PINEIRO PEREIRA
PEDRO MOREIRA DE SOUSA JÚNIOR



SUMÁRIO

Apresentação.....	01
Planta Pariri - Arrabidaea chica.....	02
8 Benefícios da planta Pariri para a saúde.....	03
O potencial hidrogeniônico - pH.....	04
A importância de conhecer o pH.....	05
Acidez e Basicidade de substâncias.....	06
Acidez da água de consumo.....	07
Acidez da água da chuva.....	08
Impactos da chuva ácida.....	09
Esquema chuva ácida.....	10
Indicador natural ácido-base.....	11
Indicador natural de Pariri.....	12
Preparo do indicador natural de Pariri.....	13
O uso do extrato alcoólico de Pariri como indicador natural para análise da acidez de diferentes águas.....	14
Atividades propostas.....	15-17
Referências.....	18-20
Agradecimento e Apoio.....	21





Apresentação



Caro leitor,

Esta cartilha didática foi pensada no sentido de dinamizar o ensino e aprendizagem em tópicos de ciências ambientais, já que muitos conceitos, na maioria das vezes, são trabalhados de maneira muito abstrata sem que haja uma aproximação com a realidade do público envolvido, o que faz com que o processo de conhecimento não seja muito significativo.

Nesse contexto, esse material educacional tem como objetivo auxiliar professores, alunos e a comunidade na busca de entender um pouco mais sobre a acidez da água de consumo, tendo em vista que o pH deve ser considerado como um indicador de potabilidade da água destinada ao abastecimento humano. Assim, a água é um dos fatores abióticos mais importantes para a existência da vida, uma vez que é extremamente relevante que esse recurso mineral esteja em condições adequadas para ser consumido por todos os seres vivos, em especial a espécie humana, sendo que ela não deve causar malefícios à saúde daqueles que a consomem.

Pensando nisso, esta cartilha didática mostrará como fazer testes para verificar a acidez ou a basicidade da água de consumo por meio de um indicador natural ácido-base, o qual será utilizado o extrato alcoólico da planta Pariri (*Arrabiadea chica*), muito comum na região amazônica para fins medicinais, para essa verificação, já que ela faz parte de um grande grupo de vegetais, entre eles a beterraba e repolho roxo que possuem, em sua estrutura química, as Antocianina, as quais podem ser utilizadas como indicadores naturais de pH, pois são capazes de mudar de cor dependendo das características físico-químicas da solução em que estão inseridas.

Logo, aquele que fizer uso deste produto didático poderá estabelecer uma relação entre os conceitos teóricos e sua realidade. Como exemplo, é a alteração na coloração dos corantes naturais, quando submetidos em diferentes graus de acidez, que podem ser verificados em diversas substâncias, a exemplo dos produtos domésticos, tais como vinagre e água sanitária. Além disso, uma outra aplicação é a avaliação da acidez da água de consumo, bem como a chuva ácida que podem ser indicativos de poluição hídrica.

Desse modo, acreditamos que este material educativo contribuirá para tornar os conceitos aqui apresentados menos abstratos e mais acessíveis a todos, já que haverá uma aproximação do conhecimento científico com o cotidiano das pessoas a partir do conteúdo sobre acidez e basicidade contido na cartilha.

Desejamos uma boa leitura e um bom aprendizado a todos!

Planta Pariri – *Arrabidaea chica*

Pariri, que tem como nome científico *Arrabidaea chica*, é uma planta pertencente à família *Bignoniaceae*. Ela é uma planta do tipo trepadeira com flores róseas, cujas folhas apresentam coloração verdes escuras e possuem forma de ponta de lança peciolada, coriáceas, sem cheiro, finas e compridas, tornando-se avermelhadas quando estão desidratadas (RIBEIRO, 2012; SILVA; AMARANTE, 2019).

Vale mencionar que essa planta recebe várias denominações entre as regiões as quais ela se encontra, tais como pariri (nomenclatura mais comum no estado do Pará), crajiru, puca-panga, coapiranga, chica, cipó- cruz, entre outras (JORGE, 2008).

No nordeste do Brasil, essa planta é usada pelos índios para fazer tatuagens, para pintura do corpo em seus rituais e de tecidos devido aos pigmentos carajurina e carajurona. A *A. chica* também a utilizam como protetor solar e repelente de insetos. Essas propriedades de coloração acontecessem devido à presença de três pigmentos pertencentes ao grupo das antocianinas (RIBEIRO, 2012; PAULA, 2013; SANTOS, 2015)



Figura 01: Planta *Arrabidaea chica* em seu estado natural e sua amostra desidratada.
Fonte: Dos autores, 2022.

8 Benefícios da Planta Pariri para a saúde

- Anti-inflamatório;
- Antioxidante;
- Cicatrizante de Ferimentos de pele;
- Ajuda em tratamentos de inflamações uterinas e icterícia;
- Combate cólicas intestinais;
- Combate anemias e hemorragia;
- Combate micoses;
- É utilizada com fins ginecológico por meio do tradicional “banho de assento”.

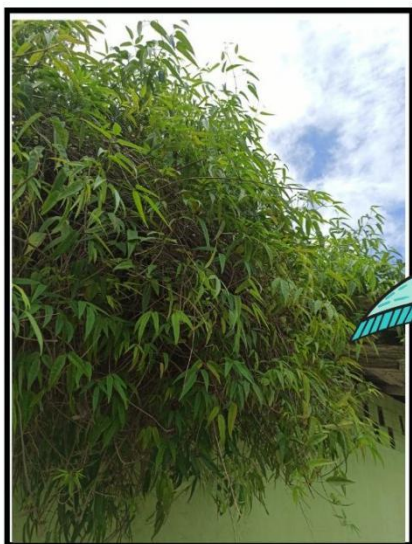
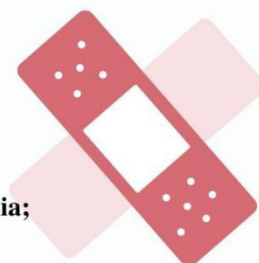
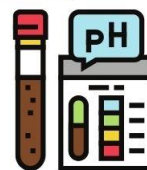


Figura 02: Panta Pariri (*Arrabidaea chica*).
Fonte: Dos autores, 2022.

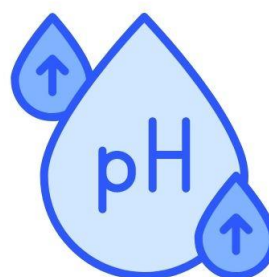
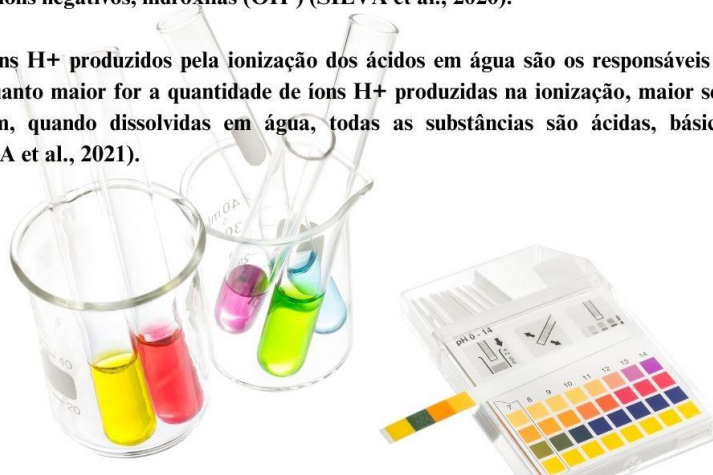
O Potencial Hidrogeniônico - pH



O Potencial Hidrogeniônico ou pH é um índice que indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, sendo uma importante ferramenta na análise de água, por exemplo. Esse parâmetro é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7$), neutralidade ($\text{pH} = 7$) e alcalinidade ($\text{pH} > 7$) (VASQUES; SILVEIRA; REIS, 2018; HOLANDA et al., 2021).

E quando se fala sobre ácidos ou bases vale citar uma das definições mais conhecida a esse respeito que é a de Svante August Arrhenius, físico, matemático e químico, o qual criou a teoria da dissociação eletrônica, em que dissolvido em água o ácido libera íons positivos de hidrogênio (H^+), já a base em água libera íons negativos, hidroxilas (OH^-) (SILVA et al., 2020).

Os íons H^+ produzidos pela ionização dos ácidos em água são os responsáveis pela acidez da solução. Quanto maior for a quantidade de íons H^+ produzidas na ionização, maior será a acidez do meio. Assim, quando dissolvidas em água, todas as substâncias são ácidas, básicas ou neutras (HOLANDA et al., 2021).



A importância de conhecer o pH



A medição do pH (Potencial Hidrogeniônico) é necessária, pois auxilia no controle do pH padrão em muitas aplicações industriais, em tratamento de água e no controle de qualidade de diversos líquidos (GESSER; ALVES, 2018; RODRIGUES; BUENO, 2019).

Logo, é importante proporcionar o conhecimento de pH à população, uma vez que ácidos e bases fazem parte de situações cotidianas delas como, por exemplo, a ingestão de um antiácido, o consumo de refrigerantes ou a influência na qualidade da água (HOLANDA et al., 2021).





O conhecimento sobre acidez e basicidade é de fundamental importância para que as pessoas tenham entendimento de situações presentes no dia a dia, uma vez que esse tópico está presente nos alimentos, material de higiene, material de limpeza, remédios e, cosméticos. Além, de serem matérias primas indispensáveis em grande parte de produtos industriais bem como nos remédios (SILVA et al., 2020).

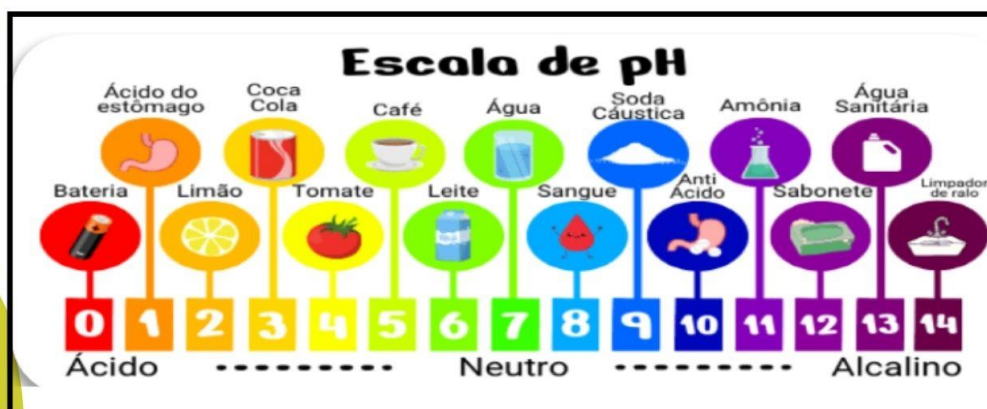
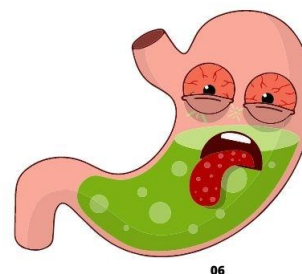


Figura 03: Exemplos de elementos químicos com diferentes pH
Fonte: Viana,2021.



Acidez da água de consumo



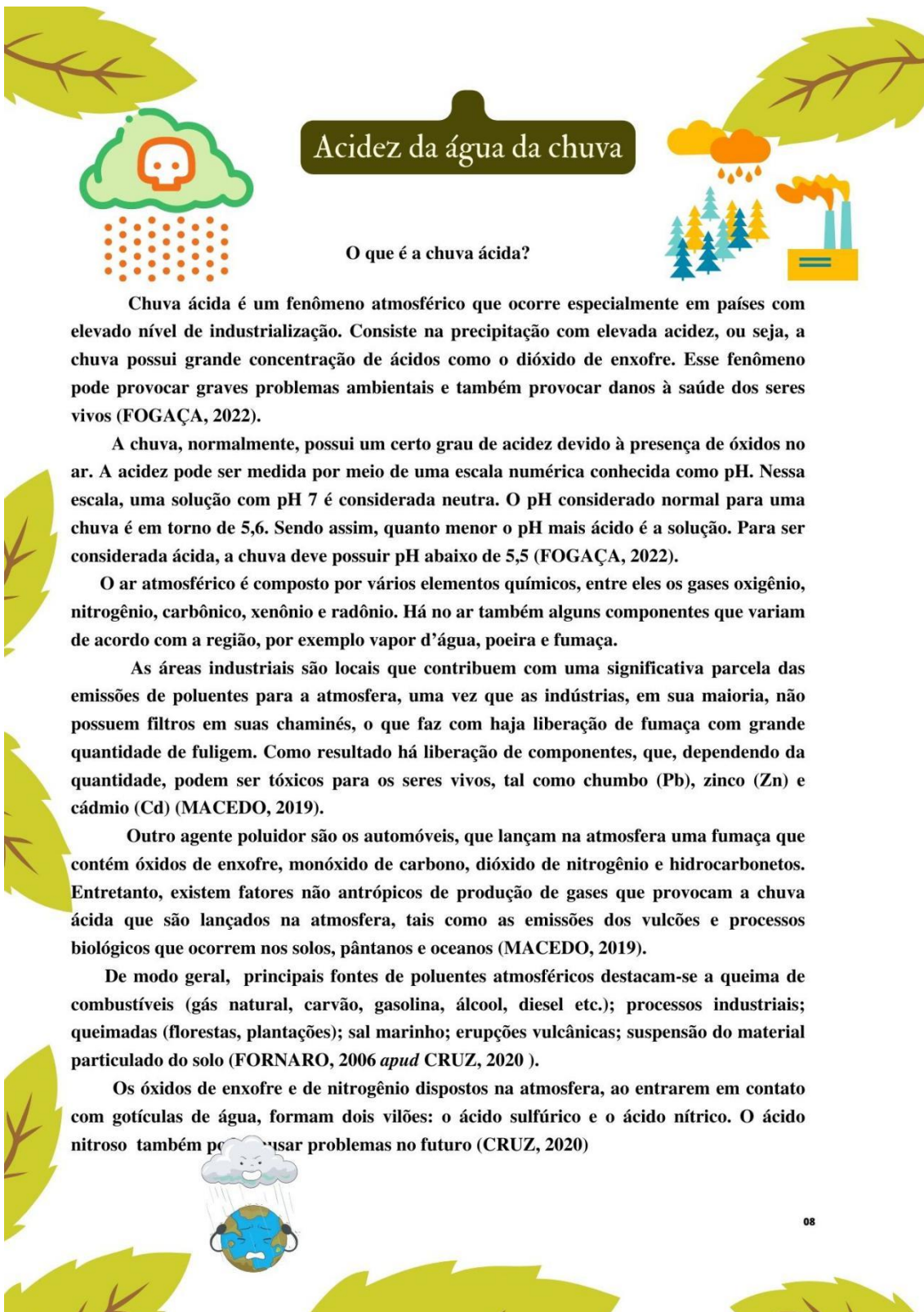
A portaria N° 2914/2011 estabelece os padrões de potabilidade que a água precisa apresentar para estar apta ao consumo humano e entre essas referências está o pH. Assim, o valor do pH deve estar entre 6 e 9,5 (BRASIL, 2011). Valores de pH elevados podem trazer alteração no sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de sua distribuição (VON SPERLING, 2005 *apud* OLIVEIRA et al., 2021).

Outrossim, vale mencionar que uma água com acidez alta pode ter um sabor mais amargo, pode colaborar para o aumento do potencial corrosivo do meio, bem como provocar alterações no equilíbrio do pH sanguíneo (GERALDO, 2015).

Além disso, águas com acidez elevada são capazes de promover doenças crônicas como diabetes mellitus, cânceres e induzir a acidose metabólica que é causada pela carência na concentração de carbonatos na água. Logo, as águas propostas para consumo humano que apresentam valores baixos de pH podem causar contaminação microbiana e comprometer a saúde de quem a consome (MENDES et al., 2016).

Portanto, é relevante ter em mente que o pH é um padrão de potabilidade, sendo que as águas para abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria N° 2914 do Ministério da Saúde de 2011. Dessa maneira, a determinação dessa variável é importante para águas destinadas ao consumo humano por ser considerado um fator preponderante de reações de solubilização de várias substâncias. Assim, o ideal para a saúde é que a água seja neutra (pH 7) ou levemente alcalina (pH acima de 7).





Acidez da água da chuva

O que é a chuva ácida?

Chuva ácida é um fenômeno atmosférico que ocorre especialmente em países com elevado nível de industrialização. Consiste na precipitação com elevada acidez, ou seja, a chuva possui grande concentração de ácidos como o dióxido de enxofre. Esse fenômeno pode provocar graves problemas ambientais e também provocar danos à saúde dos seres vivos (FOGAÇA, 2022).

A chuva, normalmente, possui um certo grau de acidez devido à presença de óxidos no ar. A acidez pode ser medida por meio de uma escala numérica conhecida como pH. Nessa escala, uma solução com pH 7 é considerada neutra. O pH considerado normal para uma chuva é em torno de 5,6. Sendo assim, quanto menor o pH mais ácido é a solução. Para ser considerada ácida, a chuva deve possuir pH abaixo de 5,5 (FOGAÇA, 2022).

O ar atmosférico é composto por vários elementos químicos, entre eles os gases oxigênio, nitrogênio, carbônico, xenônio e radônio. Há no ar também alguns componentes que variam de acordo com a região, por exemplo vapor d'água, poeira e fumaça.

As áreas industriais são locais que contribuem com uma significativa parcela das emissões de poluentes para a atmosfera, uma vez que as indústrias, em sua maioria, não possuem filtros em suas chaminés, o que faz com haja liberação de fumaça com grande quantidade de fuligem. Como resultado há liberação de componentes, que, dependendo da quantidade, podem ser tóxicos para os seres vivos, tal como chumbo (Pb), zinco (Zn) e cádmio (Cd) (MACEDO, 2019).

Outro agente poluidor são os automóveis, que lançam na atmosfera uma fumaça que contém óxidos de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e hidrocarbonetos. Entretanto, existem fatores não antrópicos de produção de gases que provocam a chuva ácida que são lançados na atmosfera, tais como as emissões dos vulcões e processos biológicos que ocorrem nos solos, pântanos e oceanos (MACEDO, 2019).

De modo geral, principais fontes de poluentes atmosféricos destacam-se a queima de combustíveis (gás natural, carvão, gasolina, álcool, diesel etc.); processos industriais; queimadas (florestas, plantações); sal marinho; erupções vulcânicas; suspensão do material particulado do solo (FORNARO, 2006 *apud* CRUZ, 2020).

Os óxidos de enxofre e de nitrogênio dispostos na atmosfera, ao entrarem em contato com gotículas de água, formam dois vilões: o ácido sulfúrico e o ácido nítrico. O ácido nítrico também pode causar problemas no futuro (CRUZ, 2020)

Impactos da chuva ácida



- O solo pode sofrer alterações quando a chuva ácida atinge a superfície, tornando-se acidificado.
- A contaminação do solo pode provocar também a contaminação de cursos d'água, como rios e lagos e também de reservas subterrâneas de água.
- A contaminação dos cursos d'água pode provocar perda da biodiversidade.
- A vegetação também é prejudicada quando o excesso de acidez, ao atingir os vegetais, prejudica o seu desenvolvimento ocasionando a lentidão do seu crescimento.
- A acidez provoca o rompimento da superfície das folhas das árvores, causando empobrecimento nutricional. Assim, as plantas podem tornar-se suscetíveis à ocorrência de pragas e doenças.
- Dependendo da concentração de ácidos, a saúde dos seres humanos pode também ser prejudicada. Isso acontece porque o acúmulo de dióxido de enxofre no organismo pode provocar o desenvolvimento de doenças respiratórias.
- Provoca estragos nas cidades, ao corroer e destruir monumentos e obras civis.

Vale destacar que a chuva ácida não ocorre apenas no local onde há emissões de gases à atmosfera. É possível que esses gases sejam transportados pelo vento para regiões mais afastadas.



Figura 04: Impactos da chuva ácida
Fonte: Sicflux,2021.

Esquema Chuva ácida

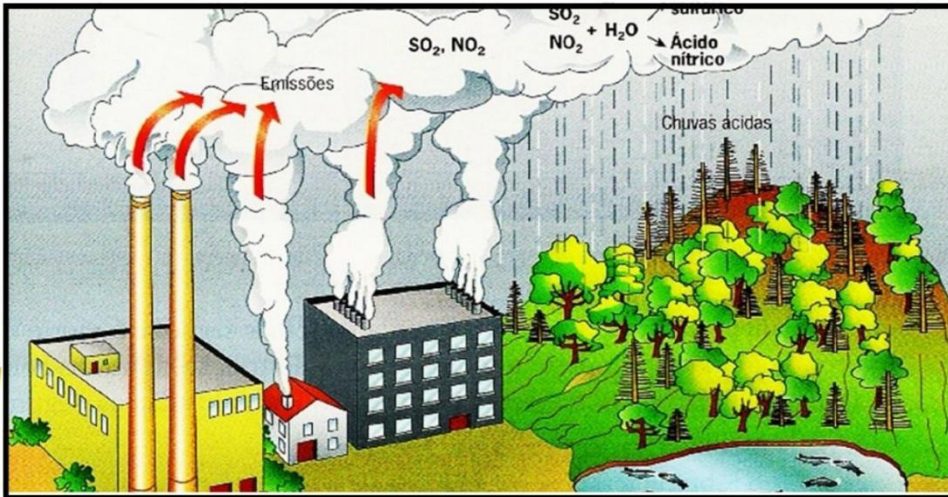


Figura 05: Desenho representativo da chuva ácida
 Fonte: Curado, 2019.

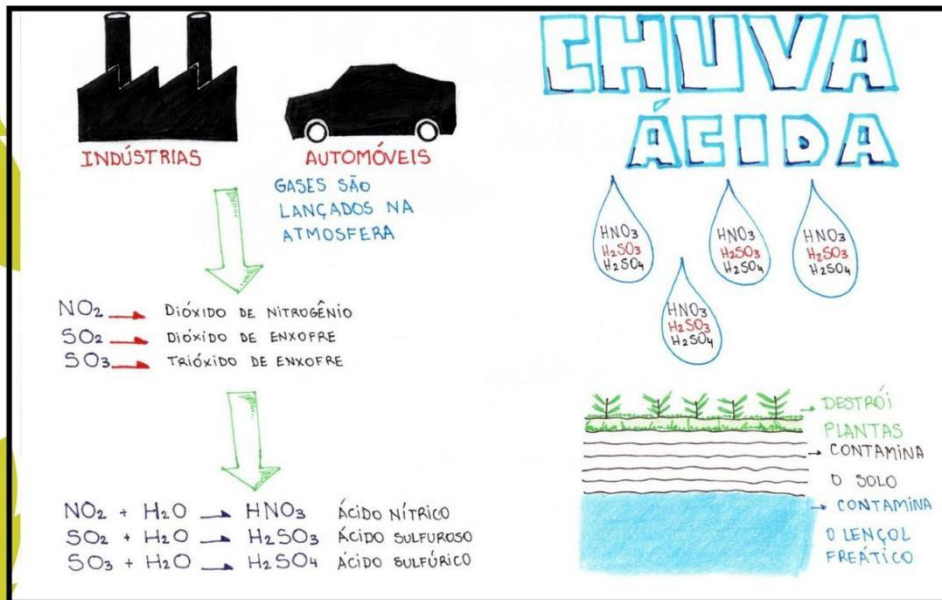


Figura 06: Esquema representativo da chuva ácida
 Fonte: Forgaça, 2022.

Indicador natural ácido-base



Os indicadores naturais, conforme aborda Silva e Ribeiro (2018), são substâncias orgânicas, fracamente ácidas ou fracamente básicas, encontradas em flores de plantas ou na casca das frutas, que mudam de cor em função do pH da solução, já que vários deles são vegetais em forma de extratos alcoólicos ou aquosos. Esses extratos naturais apresentam como base as antocianinas que são substâncias que podem mudar sua estrutura quando se altera o pH do meio, e a cada alteração faz com que mude a coloração observada, isto é, elas são corantes naturais que fazem parte do grupo dos indicadores visuais (SALIU; DELLA PERGOLA, 2018).

Os extratos de antocianinas podem ser obtidos de diversas fontes, tais como repolho roxo, beterraba, cebola roxa, acerola, açaí, amora, entre outros (MACEDO, 2019). Muitas plantas, flores bem como frutos podem exibir substâncias que alteram a coloração em contato com as variações de pH, o qual possibilita sua utilização como indicadores ácido-base (SILVA et al., 2018).



Figura 07: Exemplos de vegetais que apresentam antocianina.
Fonte: Manual da química



Figura 08: Soluções com extrato de repolho roxo funcionando como indicador de pH.
Fonte: Manual da química.

Indicador natural de Pariri



A planta Pariri (*Arrabidaea chica*) apresenta antocianinas em sua composição, segundo Souza et al. (2022). Nesse contexto, *A. chica* produz extrato (alcoólico ou aquoso) que pode formar uma escala de pH com cores distintas e que pode ser utilizada para a determinação de acidez e basicidade de diversas amostras, inclusive de água de consumo, uma vez que por ela apresentar antocianina, pode ser utilizada como indicador natural de pH, pois é capaz de mudar de cor dependendo das características físico-químicas da solução em que está inserida, conforme descreve Fonseca (2019).

Assim, a planta *A. chica* pode ser usada para observar a qualidade da água a partir da variável química pH. Além disso, ela pode ser utilizada como um recurso para o ensino de tópicos de ciência da natureza na educação básica ou superior.



Figura 09: Planta Pariri (*Arrabidaea chica*).
Fonte: Dos autores, 2022.



Figura 10: Extrato alcoólico da Planta Pariri (*Arrabidaea chica*).
Fonte: Dos autores, 2022.



Figura 11: Faixa de cores obtidas com o extrato alcoólico da Planta Pariri (*Arrabidaea chica*).
Fonte: Dos autores, 2022.

Preparo do Indicador natural de Pariri

MATERIAL:

- 10g de folhas secas de Pariri chica
- Frasco de medida de cozinha
- Álcool Etilico (Etanol) 70%
- 2 vasilhames de vidro com tampa
- Papel de filtro 103
- Papel alumínio
- Liga comercial
- Frascos de polietileno de 100 mL
- Frascos de polietileno do tipo conta gotas de 10 mL.



Figura 12: medição em pote de vidro de 10g de folhas secas da planta Pariri (*Arrabidaea chica*).

Fonte: Dos autores, 2022.

PREPARO:

- Coloque em um pote de vidro de 13 cm as folhas secas de Pariri até a sua borda, isso equivalerá 10 gramas (Figura 12).
- Meça 100 mL de etanol a 70 % (v/v) com frasco de medida de cozinha.
- Recubra o vasilhame de vidro que contenha a folha do Pariri com papel alumínio.
- Faça um sistema para a filtragem (Figura 13 - A) composto pelo outro vasilhame de vidro, papel de filtro 103 e liga comercial.
- Misture as folhas secas com o álcool no vasilhame de vidro recoberto de papel alumínio e faça maceração. Deixe as folhas mantidas imersas e repouso em temperatura ambiente durante 24 horas ao abrigo do calor e da luz (Figura 13 - B).
- Reserve o filtrado (Figura 14) e transfira-o para frascos de polietileno de conta gotas 10 mL.
- Conserve os frascos de polietileno com o extrato na geladeira.
- Descarte os resíduos sólidos.

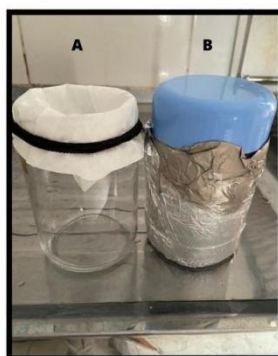


Figura 13: Na imagem A contém um pote de vidro para um sistema de filtragem simples. Já na imagem B contém álcool etílico com folhas secas de Pariri.

Fonte: Dos autores, 2022.



Figura 14: Filtração do extrato alcoólico da planta Pariri.

Fonte: Dos autores, 2022.

O uso do extrato alcoólico de Pariri como indicador natural para análise da acidez de diferentes águas

Para fazer essa testagem é necessário ter o kit experimental que é composto por:

- Uma escala de pH do extrato alcoólico de Pariri (Figura 15);
- Um frasco conta gotas de polietileno de 100 mL com o extrato alcoólico de Pariri;
- Um copo de Becker de 10 mL.

O procedimento para o uso do kit é muito simples e possui as seguintes etapas sugestivas:

- Coloque uma pequena quantidade (o equivalente a 5mL) de amostra de água de chuva, ou água da torneira, ou água mineral no copo de Becker;
- Adicione 5 gotas do extrato de pariri na amostra;
- Agite a mistura obtida;
- Compare a cor da solução resultante com as cores da escala de pH.

Determine o pH da amostra!

Observação 1:

Podem ser utilizados fitas indicadoras de pH ou pHmetro para um resultado mais preciso!

Observação 2:

Com o kit experimental também é possível verificar o pH de diferentes materiais domésticos, tais como vinagre, limão, refrigerante, soda cáustica, o que pode contribuir no ensino e aprendizagem de tópicos de ciências naturais.

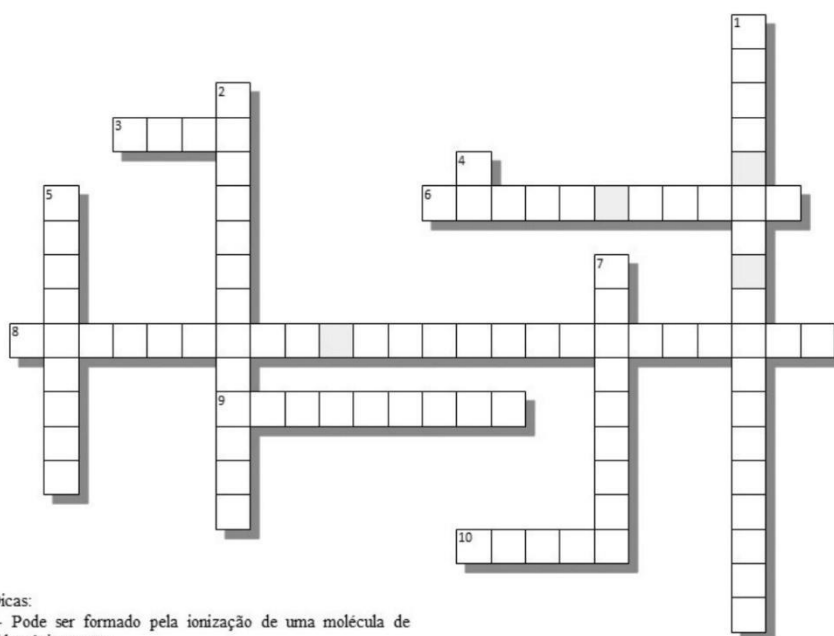


Figura 15: Mini Escala de pH com extrato alcoólico da planta Pariri.

Fonte: Dos autores, 2022.

Atividades propostas

Ácido e Base



Dicas:

- 1- Pode ser formado pela ionização de uma molécula de hidrogênio neutra.
- 2- Ocorrem quando juntamos um ácido e uma base, em que um irá neutralizar as propriedades do outro, formando sal e água como produtos.
- 3- É uma substância que, quando em água, sofre dissociação e pode ser classificada quanto à força (forte ou fraca) e à solubilidade (solúvel, pouco ou praticamente insolúvel).
- 4- É uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou basicidade de uma solução aquosa.
- 5- É um grupo funcional presente nas bases dos hidróxidos, representado pelo radical OH e formado por um átomo de hidrogênio e um de oxigênio.
- 6- É um fenômeno que ocorre quando óxidos de enxofre e de nitrogênio lançados na atmosfera pela poluição reagem com a água das chuvas e geram ácidos.

- 7- É o processo pelo qual um átomo ou uma molécula adquire uma carga negativa ou positiva ao ganhar ou perder elétrons.
- 8- É o nome completo de pH.
- 9- Foi um físico, matemático e químico, o qual criou a teoria da dissociação eletrônica, em que quando dissolvido em água o ácido libera ions positivos de hidrogênio (H^+), já a base em água libera ions negativos, hidroxilas (OH^-).
- 10- São substâncias que em solução aquosa liberam ions positivos de hidrogênio (H^+).




Atividades propostas

Caça palavras Ácido Base

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.

A O Y S H O V I N A G R E A L N D E I R T L
 D N C R E F R I G E R A N T E B P H E S I R
 C E C O E H N A N F U M T U T N E I Á M A F
 W C E A W G D Z H H X H T A I A N C Ã R C E
 E H Í O N S D E H I D R O G Ê N I O T T M S
 S U E E E D F D H I O C O I R D S F A E W R
 R V I T W P E O S O O U O N O N R H R O I E
 T A C T O S O F U F T N I M B L H E R E A Y
 T Á E S N R H I D R O X I L A T E R H G E R
 E C C P G H H O I E A E I Z P S T N E I O E
 D I Á G U A S A N I T Á R I A R O S N U E T
 T D F L T N E U T R A L I Z A Ç Ã O I E U H
 H A W E E S T L N E R B A S E A ã N U L D I
 C I L E L H C H T T H R H N N L D O S T T A
 O C O I N D I C A D O R N A T U R A L H S E
 D R U E W E N N D A D S T R I N G E N T E F

ADSTRINGENTE
 ARRHENIUS
 AZEDO
 BASE

CHUVA ÁCIDA
 HIDROXILA
 INDICADOR
 NATURAL

IONIZAÇÃO
 LIMÃO
 NEUTRALIZAÇÃO
 NEUTRO

PH
 REFRIGERANTE
 VINAGRE
 ÁCIDO

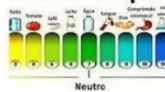
ÁGUA
 SANITÁRIA
 ÍONS DE
 HIDROGÊNIO

Atividades propostas



Explique o que uma água com acidez elevada pode fazer no organismo humano?

Escala de pH



Indique A para ácido e B para base nos produtos listados abaixo:

- () Água de chuva () Desinfetante
- () Suco de laranja () Leite
- () Água sanitária () Café
- () Antiácido () Soda Caústica
- () Vinagre () Refrigerante



O que é uma base?



Explique o que é chuva ácida?



Segundo Arrhenius qual a definição de Ácidos e Bases?

- a) Substâncias formadas na reação de neutralização entre um sal e um óxido, com eliminação de água.
- b) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam ions positivos de hidrogênio (H^+), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam hidroxilas, ions negativos (OH^-).
- c) Ácidos são substâncias que em solução aquosa, liberam ions negativos, hidroxilas (OH^-), enquanto as bases, também em solução aquosa, liberam ions positivos de hidrogênio (H^+).



O que são indicadores ácidos e bases? Dê exemplo:



Qual o nome dos compostos orgânicos do grupo dos flavonóides presentes em alguns produtos naturais como o açaí e a beterraba, que podem ser usados como indicadores ácidos e bases?

- a) Trietanolaminas.
- b) Antocianinas.
- c) Valina.




REFERÊNCIAS

CRUZ, E. S. **Temas transversais da química ambiental e história em quadrinhos como ferramentas pedagógicas para o ensino de ácidos e bases.** Belém- PA. 2020, 123f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.


CURADO, A. **O que é chuva ácida.** Conhecimento Científico, 2019. Disponível em <https://conhecimentocientifico.com/o-que-e-a-chuva-acida/> > Acesso em: 17 out 2022.

FONSECA, A. M. *et al.* **Avaliação de extratos etanólicos da borra de café como indicadores de pH.** Agrarian Academy, v. 6, n. 11, 2019.



FOGAÇA, J. R. V. **"O que é chuva ácida?";** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-chuva-acida.htm>. Acesso em 17 de outubro de 2022.


GERALDO, E. O. **ANÁLISE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: Importância da análise de água das principais nascentes utilizadas para consumo no município de Iguatama-MG.** 2015. 43f. Monografia (Graduação em Biomedicina) - Fundação Educacional Vale do São Francisco - Escola Superior em Meio Ambiente, Iguatama-MG, 2015.





GESSER, K. C.; ALVES, A. **Customização e redução de custo em um produto de medição de pH.** Revista Ilha Digital, v. 7, p. 104-115, 2018.

HOLANDA, L. M. M. *et al.* **Utilização do kit móvel de análise de água como ferramenta de ensino para conteúdo de Química do 2ºANO do ensino médio.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 6178-6191, 2021.

JORGE, M. P. **Atividade cicatrizante do extrato bruto de Arrabidaea chica (Humb. & Bonpl.) Verlot.** 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências Médicas, Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.




MACEDO, A. C. **O extrato de açaí como indicador ácido-base: um manual didático para experimentos com água de chuva no ensino da química.** Belém- PA. 2019, 99f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.



MANUAL DA QUÍMICA. **Indicador ácido-base com repolho roxo.** Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/indicador-acido-base-com-repolho-roxo.htm>> acesso em: 28 Dez 2022.

MENDES, M. P. *et al.* **Avaliação da qualidade da água dos bebedouros da Universidade do Estado do Pará na cidade de Belém Pará,** Brasil. Scientia Plena, v. 12, n. 6, 2016.


OLIVEIRA, S. M. S. de *et al.* **Análises físico-químicas da água utilizada em um hospital público no município de Quixeramobim,** Ceará. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 9, p. 89602-89609, 2021.



PAULA, J. T. **Obtenção de extratos de folhas de Arrabidaea chica (Humb. Bonpl.) Verlot por extração fracionada em leito fixo a alta pressão usando dióxido de carbono supercrítico, etanol e água como solventes.** 2013. 157f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.


RIBEIRO, A. F. C. **Avaliação das atividades antiinflamatória, antiangiogênica e antitumoral de extratos de Arrabidaea chica (Humb. & Bonpl.) B. Verlot.** 2012. 92f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2012.

RODRIGUES, A. L. A.; BUENO, S. M. **Análise físico-química e microbiológica de água potável em diferentes pontos de coleta da cidade de São José do Rio Preto-SP.** Revista Científica, v. 1, n. 1, 2019.



SALIU, F.; DELLA PERGOLA, R. **Carbon dioxide colorimetric indicators for food packaging application: Applicability of anthocyanin and poly-lysine mixtures.** Sensors and Actuators B: Chemical, v. 258, p. 1117-1124, 2018.

SANTOS, R. P. **Extração, caracterização e avaliação bioativa do extrato de Arrabidaea chica.** Natal - RN. 2015, 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.



SILVA, A. C.; AMARANTE, C. **Determinação de metais nas folhas e chás de pariri (Arrabidaea chica), por espectroscopia de absorção atômica, oriundas da feira do Ver-o-Peso e distrito de mosqueiro (PA).** Enciclopédia Biosfera, v. 16, n. 29, 2019.



SILVA, R. J. *et al.* **O ensino de ácidos e bases a partir do indicador natural produzido com açaí (Euterpe oleracea Mart).** Revista Extensão & Cidadania, v. 5, n. 9, 10, p. 1-13, 2018.

SILVA, R. M.; RIBEIRO, R. T. M. **Proposta de uma atividade experimental para a determinação do pH no ensino fundamental.** Revista Vivências em Ensino de Ciências, p. 182, 2018.

SILVA, W. A da. *et al.* **A utilização do indicador natural para a aplicação de uma atividade experimental no ensino de química.** Brazilian Journal of development, v. 6, n. 4, p. 16859-16871, 2020.

SOUZA, G. H. C. de *et al.* **Análise da qualidade de amostras de Pariri (Arrabidaea chica) comercializadas em Belo Horizonte- MG.** Research, Society and Development, v. 11, n. 3, p. e29711326663-e29711326663, 2022.

VASQUES, J. D. V.; SILVEIRA, C. V.; REIS, P. R. **Uso de indicador natural de pH como alternativa para o ensino de química na comunidade indígena do trovão, na região no alto rio negro.** REVISTA IGAPÓ-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM, v. 12, n. 1, p. 12-21, 2018.

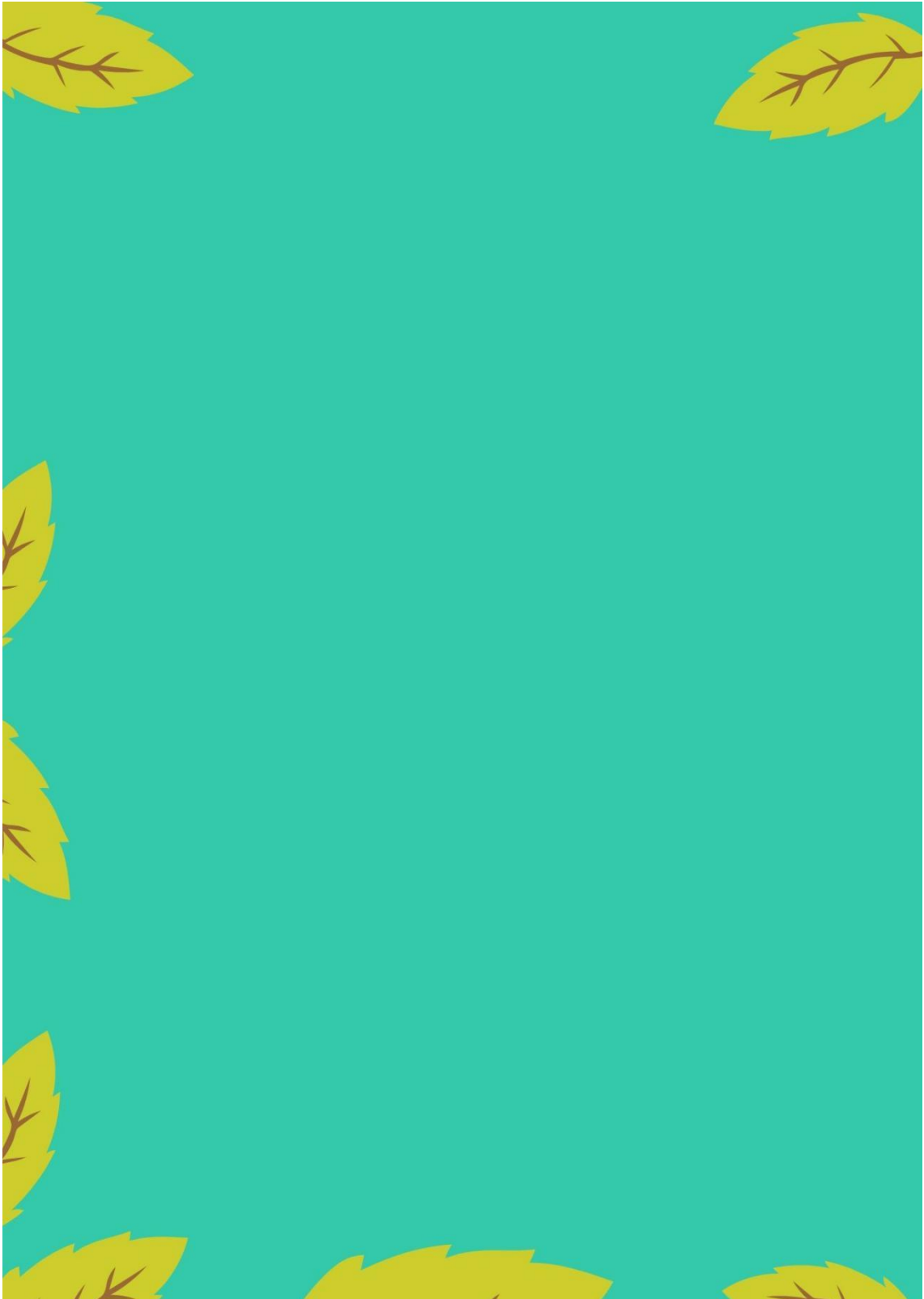
VIANA, A. **Vai químico. O que é pH? Conheça os conceitos e a sua importância.** 2021. Disponível em < <https://vaiquimica.com.br/o-que-e-ph/>> acesso em: 27 Dez 2022.

SICFLUX. **O que é chuva ácida e suas consequências,** 2021. Sicflux.com.br. Disponível em: <<https://sicflux.com.br/blog/o-que-e-chuva-acida-e-suas-consequencias/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20a%20chuva%20%C3%A1cida,-O%20termo%20chuva&text=Trata%20de%20um%20fen%C3%B4meno,escala%20num%C3%A9rica%20conhecida%20como%20pH.>> Acesso em: 17 out 2022.



Agradecimento e Apoio





APÊNDICE H



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE
NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

**QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Objetivo: Verificar a formação dos professores, suas reações e avaliação da cartilha após a atividade experimental sobre o tema ácidos e bases.

1. Formação Acadêmica?

2. Tempo de atuação docente?

3. Sua escola possui laboratórios de ciências para a realização de aulas práticas?

4. Você considera a realização de aulas práticas relevantes para o aprendizado dos alunos?

5. Em sua prática pedagógica, você costuma realizar algum experimento?

6. Sobre a pergunta anterior: Se a resposta foi sim, você costuma notar se os alunos demonstram compreender melhor o conteúdo?

7. Em relação a cartilha educativa, faça sua avaliação dos itens a seguir:

- a) Aparência: ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo
- b) Clareza de ideia: ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo
- c) Linguagem: ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo
- d) Contextualização dos conceitos de acidez e basicidade: ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo
- e) Aplicabilidade: ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo

8. Faça suas considerações, comentários ou sugestões em relação a cartilha educativa:
